

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2015

Ondřej Pluške

**VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského
inženýrství**

**Vytvoření řídicí aplikace pro
demonstrační instalaci systému se
servopohonem**

**Control system for laboratory model
with servodrive**

2015

Ondřej Pluške

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student: **Ondřej Pluške**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 2612R041 Řídicí a informační systémy
Téma: Vytvoření řídicí aplikace pro demonstrační instalaci systému
se servopohonem
Control System for Laboratory Model with Servodrive

Zásady pro vypracování:

1. Rozbor technického řešení laboratorního modelu.
2. Popis komponent použitých v modelu.
3. Návrh a realizace úprav laboratorního modelu.
4. Návrh a realizace řídicí aplikace pro programovatelný automat.
5. Návrh a realizace vizualizační aplikace.
6. Testování funkčnosti systému a zhodnocení výsledků.
7. Tvorba technické dokumentace k laboratornímu modelu.

Seznam doporučené odborné literatury:

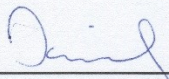
- [1] BERGER, Hans. *Automating with SIMATIC S7-1200: Configuring, Programming and Testing with STEP 7 Basic V11; Visualization with WinCC Basic V11*. 2nd edition. Publicis, 2013. ISBN-13: 978-3895783852.
- [2] WILAMOWSKI, Bogdan M. a David J. IRWIN. (eds) *Industrial Communication Systems (Electrical Engineering Handbook)*. 2nd edition. Boca Raton: CRC Press, 2011. ISBN-13: 978-1439802816.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

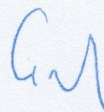
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2014

Datum odevzdání: 07.05.2015




doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

*Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární
prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.*

.....

Ondřej Pluška

V Ostravě, dne 7. května 2015

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat panu doc. Ing. Jiřímu Koziorkovi, Ph.D. za cenné rady, pravidelné konzultace a připomínky spojené s vytvářením bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Janu Podrapskému a mému otci za odborné rady a nakonec své rodině a přátelům za podporu při studiu.

Abstrakt

Cílem této práce je vytvořit řídicí aplikaci pro servopohon a demonstrovat ji.

Support vykonává pohyb v horizontální, nebo vertikální rovině vlivem rozdílu směru otáčení motorů připojených ke křížovému lineárnímu vedení. Pohyby jsou realizovány řídicí aplikací vytvořenou ve vývojovém prostředí TIA Portal V13 firmy Siemens.

Ovládání je možné taktéž pomocí vytvořené vizualizace prostřednictvím HMI KTP600 firmy Siemens. Řízení je realizováno programovatelným automatem S7-1516-3 PN/DP a frekvenčním měničem Sinamics S120 určeným pro náročné aplikace v oblasti pohonů, kde komunikace mezi PLC a S120 probíhá skrze Ethernet.

Úloha prošla inovací v případě použitých modulů, spolu s přidáním bezpečnostních prvků a funkcí, které se následně parametrizovaly v programu Starter verze 4.4 a technologických objektech TIA Portalu.

Klíčová slova: Servopohon, support, křížové lineární vedení, TIA Portal, Siemens, HMI, frekvenční měnič Sinamics S120, PLC, Ethernet, Starter.

Abstract

The aim of this thesis is to create a controlling application for servo-drive and demonstrate it.

The support carries out movement in vertical or horizontal plane due to the difference in the direction of rotation of the motors connected to the cross-linear guide. Movements are implemented via a control application created in TIA Portal V13 development environment by Siemens.

The device may also be controlled by visualization using HMI KTP600 from Siemens. The control is realized by a programmable logic controller S7-1516-3 PN/DP and Sinamics S120 frequency converter designed for demanding applications in the area of drives, where the communication between the PLC and the S120 runs through Ethernet.

The task has undergone an innovation in terms of used modules together with the addition of safety measures and functions, which were subsequently parametrized in Starter version 4.4 and technological objects of the TIA Portal.

Key words: Servo-drive, support, cross-linear guide, TIA Portal, Siemens, HMI, Sinamics S120 frequency controller, PLC, Ethernet, Starter.

Seznam použitých symbolů a zkratek

AC	Střídavý proud
BP	Bakalářská práce
CPU	Centrální procesorová jednotka
DC	Stejnoseměrný proud
FB	Funkční blok
GSDML	General Station Description Markup Language
HMI	Člověk – Stroj Rozhraní (Human – Machine Interface)
Hz	Jednotka frekvence
IGBT	Bipolární tranzistor s izolovaným hradlem
IO	Vstupně/Výstupní
IRT	Izochronní komunikace v reálném čase
IT	Síť (tzv. izolovaná soustava kde I – izolovaný uzel zdroje, T – ochrana zemněním)
kW	Jednotka výkonu, základní jednotka je Watt
MPI	Průmyslová sběrnice
PC	Stolní počítač
PE	Ochranný vodič
PG/PC	Sériové rozhraní
PID	Proporcionální – integrační - derivační (jinak také PID regulátor)
PLC	Programovatelný Logický Automat (Programmable Logic Controller)
RB	Referenční bod
RS485/422	Standard sériové komunikace
RT	Komunikace v reálném čase
SLM	Síťový modul (Smart Line Module)
SYNC	Synchronizační
TCP/IP	Primární přenosový protokol/protokol síťové vrstvy
TN	Síť (T- uzemněný uzel zdroje, N – použitý ochranný vodič)
Ti	Časová odchylka
To	Zpoždění

TO	Technologické objekty
TT	Sít' (T – uzemněný uzel zdroje, T – ochrana zemněním jednotlivých spotřebičů)
U/f	Napěťový / frekvenční
USB	Univerzální sériová sběrnice
V	Základní jednotka napětí 1 Volt
mm	Milimetr – základní jednotka metr (m)
ms	Milisekunda – základní jednotka sekunda (s)
ns	Nanosekunda – základní jednotka sekunda (s)

Obsah

1	Úvod	1
2	Siemens Sinamics S120	2
2.1	Řídicí jednotka Siemens Sinamics CU320-2 PN	3
2.2	Síťový modul	4
2.3	Dvojitý motorový modul	5
2.4	Siemens synchronní servomotory 1FK7022	6
3	Siemens SIMATIC S7-1516-3 PN/DP	8
3.1	Komunikace	8
3.2	Integrovaná technologie	8
3.3	Profinet IO	9
3.4	KTP600 Basic	10
3.5	Ostatní moduly	11
4	Funkční analýza systému se servopohonem	12
4.2	Blokové schéma	13
5	Konfigurace Sinamics S120 v programu Starter	14
5.1	Vytvoření projektu	14
5.2	Připojení k řídicí jednotce	15
5.3	Nastavení řídicí jednotky s přidáním servomotorů	16
5.4	Parametrizace servomotorů	17
5.5	Nastavení IP adresy	18
6	Hardwarová konfigurace v programu TIA Portal	20
6.1	Vytvoření projektu	20
6.2	Vkládání modulů a import GSDML souboru	21
6.3	Nastavení komunikace PLC-pohon	22
6.4	Implementace pohonu	23
6.5	Synchronizace	23
6.6	Nastavení izochronní mód	24
6.7	Nastavení topologie	25
7	Technologické objekty TIA Portal	26
7.1	Vytvoření technologického objektu	27

7.2	Nastavení parametrů.....	27
7.3	Testování nastavení osy kontrolní panel a ladění	28
8	Mechanické úpravy a jejich důvod.....	29
8.1	Výměna řídicí jednotky	29
8.2	Výměna dvojitého motorového modulu	29
8.3	Vytvoření držáků a montáž snímačů	30
8.4	Připojení snímačů a zprovoznění.....	30
9	Obecný popis použitých prvků.....	32
9.1	Struktura uživatelského programu.....	32
9.2	Proměnné	33
9.3	Testování funkčnosti programu	34
9.4	Instrukční sada	35
9.5	Homing	38
9.6	Centrál STOP	40
10	Řídicí program a vizualizace	42
11	Závěr	46
12	Seznam použité literatury	47
13	Seznam příloh	49
13.1	Tištěné přílohy	49
13.2	Elektronické přílohy	49

Seznam obrázků

Obr. 2.1 Frekvenční měnič Sinamics S120	3
Obr. 2.2 Synchronní servomotor 1FK7022	6
Obr. 2.3 Charakteristika točivého momentu synchronních motorů [9]	7
Obr. 3.1 CPU s přídatnými moduly	8
Obr. 3.2 KTP600 grafický dotykový panel	10
Obr. 4.1 Umístění kladek	12
Obr. 4.2 Blokové schéma systému se servopohonem	13
Obr. 5.1 Software Sinamics Starter	14
Obr. 5.2 Okno wizardu	14
Obr. 5.3 Vytvořený projekt	15
Obr. 5.4 Přidány servomotory	16
Obr. 5.5 Okno s DDS konfigurací a nastavené standardní telegramy	18
Obr. 5.6 Připojitelná zařízení s nastavením názvů a IP adres	19
Obr. 6.1 Software TIA Portal	20
Obr. 6.2 Okno pro vytvoření projektu v TIA Portalu	21
Obr. 6.3 Vložené moduly a instalace staženého GSDML souboru	22
Obr. 6.4 Nastavení Ethernetové adresy měniče	22
Obr. 6.5 Vkládání modulů měniče a přiřazení telegramů	23
Obr. 6.6 Zvolení IRT režimu	25
Obr. 6.7 Zvolení partnerského portu s nastavením délky kabelu	25
Obr. 7.1 Okno s výběrem technologických objektů	26
Obr. 7.2 Vytvořený technologický objekt	27
Obr. 7.3 Příklad parametrizace pomocí TO	28
Obr. 7.4 Aktivace pohonu pro další testování	28
Obr. 8.1 Systém se servopohonem s instalovanými snímači	31
Obr. 9.1 Příklad programových bloků	33
Obr. 9.2 Příklad PLC tagů	34
Obr. 9.3 Watch tabulka	34
Obr. 9.4 Příklad funkčního bloku MC_POWER	35
Obr. 9.5 Aktivní homing	40

Obr. 9.6 Pasivní homing.....	40
Obr. 9.7 Připojení centrál stop [18]	41
Obr. 10.1 Funkční blok RB	42
Obr. 10.2 Vizualizace start screen	43
Obr. 10.3 Přiřazení události a PLC tagu	44
Obr. 10.4 Adresy standardního telegramu v programu.....	44
Obr. I.1 CU320-2 PN popis.....	I
Obr. II.1 CU320-2 PN schéma zapojení.....	II
Obr. IV.1 SLM 5 kW popis.....	IV
Obr. V.1 Schéma zapojení.....	V
Obr. VII.1 Dvojitý motorový modul popis.....	VIII
Obr. VIII.1 Schéma zapojení.....	IX

Seznam tabulek

Tab. 9.1 Parametry MC_POWER	36
Tab. III.1 Technické parametry CU320-2 PN	III
Tab. VI.1 Technické parametry	VI
Tab. IX.1 Technické parametry	X
Tab. X.1 Technické parametry	XI
Tab. XI.1 Technické parametry	XIII
Tab. XII.1 Technické parametry	XIV
Tab. XIII.1 Parametry MC_RESET	XVI
Tab. XIV.1 Parametry MC_HOME	XVII
Tab. XV.1 Parametry MC_HALT	XIX
Tab. XVI.1 Parametry MC_MOVEABSOLUTE	XX
Tab. XVII.1 Parametry MC_MOVERELATIVE	XXII
Tab. XVIII.1 Parametry MC_MOVEVELOCITY	XXIII
Tab. XIX.1 Parametry MC_MOVEJOG	XXV

1 Úvod

Cílem bakalářské práce je vytvoření řídicí aplikace pro instalaci systému se servopohonem.

Pojem automatizace je spjat s člověkem od nepaměti. Dříve vzhledem k vysokým cenám výpočetní techniky byla automatizovaná zařízení využívána jen v určitých oblastech lidské činnosti. S postupným klesáním cen tranzistorů po mikroprocesory se automatizace dostává do široké škály zařízení od automatizovaných výrobních linek po roboty s umělou inteligencí. Nejčastěji používaná zařízení v této oblasti jsou regulátory a PLC. Dnes se rozdíly stírají a v oblastech, kde se dříve využívaly regulátory, jsou již dnes používány také PLC a my tak nejsme v určitých případech přesně schopni říci, zdali se jedná o zařízení s regulátorem nebo PLC.

První část práce se zabývá funkční analýzou a popisem vlastností, parametrů jednotlivých modulů systému se servopohonem. Popisem frekvenčního měniče Sinamics S120, řídicí jednotkou měniče CU320-2 PN, síťovým modulem, dvojitým motorovým modulem, třífázovými motory 1FK7022, napájecím zdrojem SITOP Power 5, PLC S7-1516-3 PN/DP, které jsou vyrobeny firmou Siemens. Dále pak komunikačními rozhraními Profinet IO a Profibus DP a HMI KTP600 Basic color PN, také od firmy Siemens.

V další části práce budou provedeny mechanické úpravy, mezi které patří instalace snímačů a dorazů, aby při neočekávané chybě v programu nedošlo k poškození mechanických zařízení. Dojde také k výměně současných modulů a to řídicí jednotky CU320 za novější verzi CU320-2 PN a dvojitého motorového modulu opět za novější řadu. Bude připojeno tlačítko centrálního zastavení zařízení a vytvořen kabel s konektorem pro připojení snímačů k PLC.

Po programové stránce se začne prvotní parametrizací pohonu ve Starteru přes vytváření hardwarové konfigurace v TIA Portalu pro řídicí aplikaci, která bude realizovat posuvy. Provede se nastavení izochronního režimu, nastavení pohonu prostřednictvím technologických objektů a další. Řídicí aplikace bude vytvořena ve vývojovém prostředí TIA Portal V13 firmy Siemens. Následně se vytvoří vizualizační aplikace na šestipalcovém grafickém dotykovém panelu Siemens KTP600 Basic color PN.

2 Siemens Sinamics S120

Jedná se o frekvenční měnič, který se řadí mezi modulární systémy a slouží pro dynamicky náročné aplikace, pokud je potřeba přesně řídit rychlost, moment pohonu, nebo polohovat jednu (AC/AC) či více (DC/AC) os. Frekvenční měniče řady Sinamics S120 jsou složeny ze tří modulů a těmi jsou řídicí jednotka (Control Unit), motorový modul (Engine Module) a síťový modul (Power Module). V měničích pro jednoosé aplikace jsou napájecí a motorový modul sloučeny. Kvůli velkému rozpětí výkonů od 0.12 kW po 4 500 kW. Řízení většího množství pohonů lze uskutečnit v různých variantách vektor či servo, nebo U/f režim řídicí jednotky, navíc řídicí jednotka obsahuje bezpečnostní funkce hodící se pro použití ve strojních aplikacích. Mozek měniče kmitočtu je obsažen v řídicí jednotce, kde motorový modul tvoří pouze výkonový díl ovládaný z této jednotky. Vzájemná komunikace mezi jednotlivými bloky je zajištěna pomocí proprietární sběrnice označované DRIVE-CLiQ. Řídicí jednotka obsahuje rozhraní pro nadřazené systémy, kde její schopnost komunikace s těmito systémy vyniká obzvláště rychlou a hlavně časovou přesností protokolu. Díky síti jako Profinet IO či Profibus DP lze frekvenční měniče vzájemně propojit a také je dále propojit s jinými řídicími systémy. [1]

Výhody:

Využití v aplikacích, kde se vyžaduje pohybové i vektorové řízení (řízení otáček, regulace točivého momentu, polohovací funkce). Díky modulární konstrukci vysoká míra přizpůsobitelnosti. Řada bezpečnostních funkcí. Možnosti více variant chlazení (vzduchové, vodní). Vyznačují se jednoduchou instalací a snadnou manipulací. [2]

Oblast použití:

Strojírenský průmysl, textilní, sklářský, tiskařský a další. [2]



Obr. 2.1 Frekvenční měnič Sinamics S120

2.1 Řídicí jednotka Siemens Sinamics CU320-2 PN

CU320-2 PN je řídicí jednotkou, která je navržena pro použití s několika pohony. Varianta frekvenčního měniče závisí na:

- Požadovaném výkonu
- Čas potřebný pro doplňkové funkce
- Požadovaný provozní režim (servo, vektor, nebo U/f)

Software a parametry jsou uloženy na paměťové kartě plug-in. Volitelný slot se používá pro rozšíření počtu terminálů, nebo k přizpůsobení na jiné komunikační rozhraní (na řízení vyšší úrovně).

Kompatibilní verze firmwaru 4.4 nebo vyšší. Pokud aplikace vyžaduje více než jednu řídicí jednotku, může být odpovídajícím způsobem navýšen počet. Například propojením přes Profibus. Řídicí jednotka komunikuje se souvisejícími komponenty (motorovými moduly, síťovými moduly a dalšími), prostřednictvím interního DRIVE-CLiQ rozhraní. [3]

Standardní rozhraní CU320-2 PN:

- 12 Parametrizovatelných digitálních vstupů
- 8 Parametrizovatelných obousměrných digitálních vstupů/výstupů
- 4x DRIVE-CLiQ rozhraní
- 2x Profinet rozhraní
- 1x LAN (Ethernet)
- 1x Sériové rozhraní (RS232)
- 1x Volitelný slot
- 3x Měřicí konektor
- 1x Připojení 24V DC napájení přes konektor
- 1x PE připojení
- 1x Uzemnění

CU320-2 PN je navržena pro víceosé aplikace. Stínění připojení signálového kabelu na volitelný modul je umístěno na řídicí jednotce. Stávající rozpoložení slotu dává možnost rozšířit rozhraní (např. počet terminálů či komunikace). Stav řídicí jednotky je zobrazen pomocí LED indikátorů. Vzhledem k tomu, že nastavení parametrů a firmware jsou uloženy na plug-in kompaktní flash karty, řídicí jednotka smí provádět změny bez potřeb softwarových nástrojů. DRIVE-CLiQ komponenty, jako například motorový modul a další smějí být připojeny k řídicí jednotce, kde počet modulů závisí na požadovaném výkonu, včetně provozního režimu a dalších funkcí. Řídicí jednotka CU320-2 PN a další související komponenty jsou do provozu uváděny a diagnostikovány prostřednictvím softwaru Starter. [4]

Popis řídicí jednotky CU320-2 PN, její zapojení a technické parametry přílohy:

Příloha I , Příloha II , Příloha III .

2.2 Síťový modul

Je neregulovaná napájecí/zpětnovazební jednotka, jejíž střídavý vstup je připojen k napájecí soustavě přes tlumivku. SLM napájí motorové moduly pomocí neregulovaného stejnosměrného napětí na výstupu DC. Stejnosměrný meziobvod zahájí nabíjení, jakmile přivedeme napájecí napětí a je nezávislý na sledu fází. Volitelný hlavní stykač je nutný pro odpojení napětí. Pokud jde o současný průběh, SLM v napájecím režimu vykazuje typickou charakteristiku šesti pulsního diodového usměrňovače. Ve zpětnovazebním režimu je současný průběh obdélníkový. V případě potřeby může být rekuperační zpětná vazba deaktivována. V 5 kW SLM se to provádí pomocí terminálu, protože tyto moduly nejsou vybaveny DRIVE-CLiQ rozhraním. Tyto moduly jsou vhodné pro přímé řízení v TN, TT a IT soustavách. SLM mají

integrovanou funkci ochrana proti přepětí. Připojený napájecí zdroj je naprosto nezbytný pro provoz SML. [5]

SML v deskovém (Booksize) formátu má následující připojení a rozhraní jako standard:

- Síťové připojení přes svorkovnici
- 1 přípojka pro 24 V DC elektroniku napájení 24 V přes koncový adaptér součástí dodávky
- 1 stejnosměrné připojení přes integrovanou stejnosměrnou přípojnici
- 2 PE ochranné vodiče
- 2 digitální vstupy
- 1 digitální výstup

Stav SML je indikován přes dvě barevné LED diody. Stínění signálového kabelu může být připojeno k SML přes ochranou svorku. [6]

SLM můžou dodávat energii a vracet rekuperační energii do sítě. [7]

Popis SLM, jeho zapojení a technické parametry přílohy:

Příloha IV , Příloha V , Příloha VI .

2.3 Dvojitý motorový modul

Motorový modul je napájecí jednotka (měnič), který poskytuje napájení pro připojené motory. Napájení je pomocí DC pohonné jednotky. Motorový modul musí být připojen k řídicí jednotce přes Drive-CLiQ. Řídicí funkce otevřené a uzavřené smyčky pro motorový modul jsou uloženy v řídicí jednotce. Pro řízení jednoho motoru slouží jeden motorový modul (Single motor module), k řízení dvou motorů se využívá dvojitý motorový modul (Double motor module). [13]

Motorový modul obsahuje samostatně komutovaný měnič s IGBT. To vytváří proměnné napětí s proměnlivou frekvencí z napětí meziobvodu, který živí připojený motor. Více motorových modulů lze připojit přes společnou DC sběrnici. To umožňuje převádět energii mezi motorovými moduly. To znamená, jestliže jeden motor pracuje v generátorovém režimu (produkuje energii), může se použít jiný motorový modul pracující v motorovém režimu. Motorové Moduly jsou řízeny řídicí jednotkou. [14]

Dvojité motorové (Double Motor) moduly v deskovém provedení mají následující připojení a rozhraní jako standard:

- 2 DC připojení přes integrovanou DC přípojnicí
- 2 připojení pro 24V DC napájení elektroniky
- 4 DRIVE-CLiQ konektory
- 2 bezpečnostní klidové vstupy (1 vstup na osu)
- 2 bezpečnostní ovládací prvky motorové brzdy
- 2 vstupy pro teplotní čidla (KTY84-130 nebo PTC)
- 3 PE/ochranné vodiče

Stav motorového modulu je indikován pomocí dvou vícebarevných LED diod. Zdroj napětí meziobvodu a měniče pro napájení motoru je integrován v motorovém modulu.[7]

Popis Dvojitého motorového modulu, jeho zapojení a technické parametry přílohy:

Příloha VII , Příloha VIII , Příloha IX .

2.4 Siemens synchronní servomotory 1FK7022



Obr. 2.2 Synchronní servomotor 1FK7022

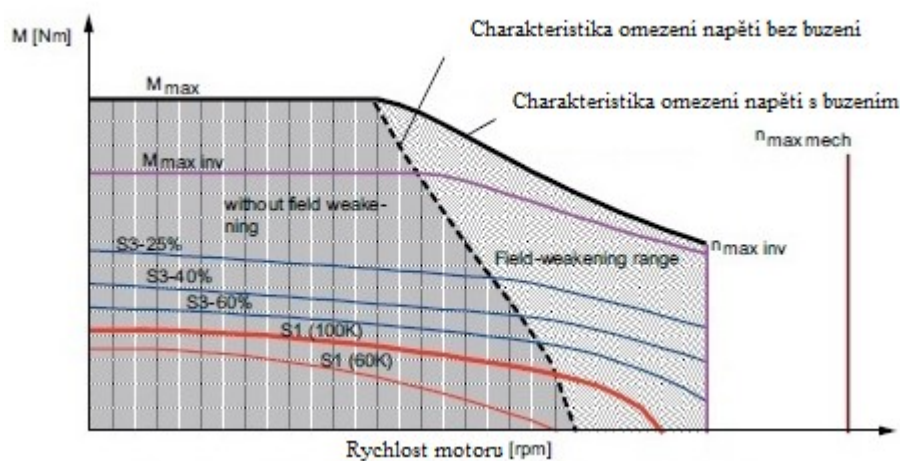
1FK7 patří k vysoce kompaktním synchronním motorům s permanentními magnety. K dispozici jsou převodovky, enkodéry a spolu s možností rozšíření výrobku to znamená, že 1FK7 motory lze přizpůsobit jakékoliv aplikaci. Mají vysokou schopnost přetížení. Integrované systémy snímačů pro rychlost a ovládání je možné zvolit v závislosti na aplikaci. [9]

1FK7 kompaktní motory nabízí:

- Úspora místa instalace díky extrémně vysoké Poměr hmotnost / výkon
- Může být univerzálně použit pro mnoho aplikací
- Široká škála motorů

Oblast použití:

- Stroje
- Roboty a manipulační systémy
- dřevo, sklo, keramiku a zpracování kamene
- Obaly, plasty a textilní stroje
- Pomocné osy



Obr. 2.3 Charakteristika točivého momentu synchronních motorů [9]

Technické parametry synchronního motoru 1FK7022 přílohy:

Příloha X .

3 Siemens SIMATIC S7-1516-3 PN/DP



Obr. 3.1 CPU s přidavnými moduly

CPU z řady Simatic S7-1500 nabízí nejlepší možný výkon v kombinaci s excelentní využitelností. S jejich integrovaným Profinet/Profibus rozhraním jsou předurčeny pro početné aplikace v automatizačním průmyslu. CPU 1516-3 PN/DP se využívá pro nejnáročnější aplikace a komunikační úlohy. Doba zpracování pro bitové operace je 10ns. [10]

Na Obr. 3.1 je zapojení PLC spolu s přidavnými moduly digitálních a analogových vstupů/výstupů, kde využíván je pouze modul digitálních vstupů na který jsou vyvedeny snímače.

3.1 Komunikace

CPU 1516-3 PN/DP má tři rozhraní. Dvě rozhraní pro Profinet a jedno pro Profibus. První Profinet rozhraní (X1) má dva porty. Podporuje Profinet IO a izochronní v reálném čase (IRT). Profinet IO nebo IRT komunikace může být nastavena pouze na tomto rozhraní. Druhé Profinet rozhraní (X2) má jeden port. Toto rozhraní se používá pro komunikaci se sítí vyšší úrovně (router, internet), nebo se používá pro komunikaci s jiným strojem. [10]

3.2 Integrovaná technologie

Řízení pohybu (Motion Control) PLC, otevřené bloky pro funkci programování pohybu pomocí Profinet IRT přes rozhraní PROFIdrive.

Systémové diagnostické informace jsou také dostupné, když je CPU ve STOP módu. [10]

Další funkce:

- Barevný displej
- Aktualizace firmwaru
- Diagnostika integrovaného systému- Webový server
- Sledování (Trace)
- Řízení pohybu (Motion Control)
- Profibus DP master

3.3 Profinet IO

Profinet IO se používá pro přímé připojení distribuovaných periférií. Je zachován obvyklý model sítě, známý z Profibus DP, avšak zde mají všichni účastníci stejná práva, proto je uspořádání master-slave známé z Profibus DP přeneseno do modelu producent-konzument. Producent je vysílající stanice, která vysílá data bez čekání na výzvu od komunikačního partnera. Spotřebitel data zpracovává. Přiřazení mezi poskytovateli a spotřebiteli je definováno při hardwarové konfiguraci. [10]

Typy zařízení Profinet:

Vstupně/výstupní kontrolér (PLC), řídicí jednotka, ve které je prováděn program. Profinet IO systém vyžaduje minimálně jeden vstupně/výstupní kontrolér a jedno vstupně/výstupní zařízení. Systém může být konfigurován několika způsoby, více kontrolérů ovládá jedno periferní zařízení, jeden kontrolér ovládá více periferních zařízení nebo více kontrolérů ovládá více periferních zařízení. [10]

Profinet IO poskytuje následující vlastnosti a funkce:

- Komunikace v reálném čase (RT)
- Izochronní komunikace v reálném čase (IRT)
- Prioritní uvedení do provozu
- IO řadič
- Izochronní mód atd...

3.4 KTP600 Basic



Obr. 3.2 KTP600 grafický dotykový panel

Basic panely spadají do kategorie Siemens grafických dotykových panelů, které se využívají v méně náročných aplikacích, kde důležitými faktory jsou cena a kvalita, bez potřeb přidání speciálních funkcí. Panely se vyrábějí s velikostmi displejů od tří po patnáct palců. Mohou komunikovat přes komunikační rozhraní Profibus i Profinet [15], kde panel použitý v bakalářské práci komunikuje skrze Profinet a jedná se o šestipalcový barevný displej.

Ideální vstupní úroveň řady od tří do patnácti palců pro kontrolu nad strojem a sledováním kompaktních strojů a systémů. Intuitivní ovládání pomocí TOUCH a hmatových funkčních kláves. Je vybaven všemi nezbytnými základními funkcemi, jako je alarm, vektorová grafika, přepínání jazyka a další. Jednoduché připojení skrze integrované rozhraní Ethernet, nebo samostatné verze s RS485/422.

Nedílná součást TIA. Zvýšená produktivita, snížení nákladů životního cyklu. Může být použit v omezených montážních prostorech. Servisně přívětiví. Lze nakonfigurovat pro třicet dva jazyků. Mohou být použity v nejrůznějších odvětvích a aplikacích. SIMATIC HMI Basic panely jsou instalačně kompatibilní se stávajícím dotykovým zařízením z produktové řady panelů a multifunkčních panelů. [16]

KTP600 Basic color PN:

- 5.7 palců displej s 256 barvami
- 1x rozhraní Ethernet (TCP/IP, Profinet)
- Dotyková obrazovka a 6 hmatových funkčních tlačítek

3.5 Ostatní moduly

Tlumivka:

Omezuje nízké frekvence harmonických složek na přípustné hodnoty. Z tohoto důvodu by měla být tlumivka vždy použita. [7]

Napájecí zdroj:

SITOP Power 5, který vstupní střídavé napětí (AC 120/230 V) konvertuje na stejnosměrné napětí (24V DC). Sada relátek a snímače.

Technické parametry tlumivky a snímačů přílohy:

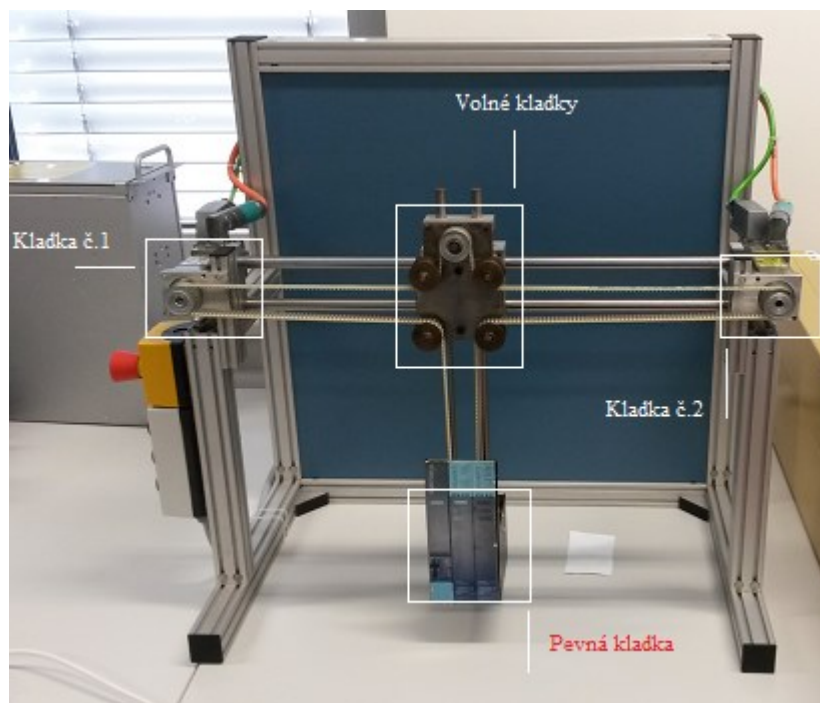
Příloha XI , Příloha XII .

4 Funkční analýza systému se servopohonem

Křížový support je poháněn soustavou kladek. Kladky na supportu a nad ním jsou volné (bez pohonu). Kladka pod křížovým supportem je pevná. Levá a pravá kladka od křížového supportu jsou poháněny servomotory. Tyto motory podle směru otáčení určují směr křížového supportu. Rychlost pohybu je dána rychlostí otáčení hnacích kladek (servomotorů).

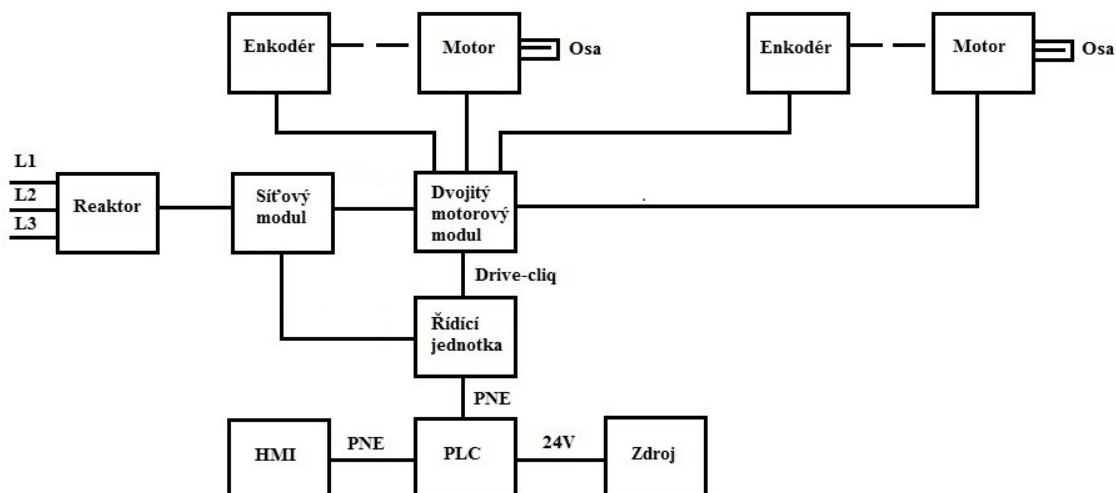
Směr točení hnacích kladek a směr křížového supportu:

Support se pohybuje nahoru v případě, že se kladka č. 1 otáčí ve směru hodinových ručiček a kladka č. 2 proti směru hodinových ručiček. Support se pohybuje dolů v případě, že se kladka č. 1 otáčí proti směru hodinových ručiček a kladka č. 2 ve směru hodinových ručiček. Support se pohybuje vlevo v případě, že se kladka č. 1 i kladka č. 2 točí ve směru hodinových ručiček. Support se pohybuje vpravo v případě, že se kladka č. 1 i kladka č. 2 točí proti směru hodinových ručiček.



Obr. 4.1 Umístění kladek

4.2 Blokové schéma



Obr. 4.2 Blokové schéma systému se servopohonem

Ovládání a zadávání hodnot systému se servopohonem se provádí přes panel HMI, na kterém se zadává rychlost a vzdálenost o kterou se má support přesunout. Hodnoty jsou čteny PLC a dále programem zpracovány a posílány Profinet rozhraním na řídicí jednotku měniče. PLC a HMI je napájeno zdrojem 24 VDC. Signály ze snímačů na křížovém supportu jsou přivedeny na modul digitálních vstupů PLC. Tlačítko centrální stop je zapojeno na vstupy řídicí jednotky, dvojitého motorového modulu a telegramem zpracovány v PLC. Řídicí jednotka dostává povely přes telegramy 3 a 394. Na základě těchto povelů vykonává pohyby. Pohonná jednotka je napájena třífázovým napětím. Reaktor omezuje zkratový proud a skrze tento obvod je napájen síťový modul. Síťový modul vytváří napětí pro ovládání 24 VDC a DC silové napájení pro dvojitý motorový modul. Řídicí jednotka prostřednictvím DRIVE-CLiQ ovládá dvojitý motorový modul a tento modul řídí třífázové synchronní motory. Hřídel motoru je spojena s inkrementálním enkodérem, který zpětně posílá pulsní informace o skutečné poloze.

5 Konfigurace Sinamics S120 v programu Starter

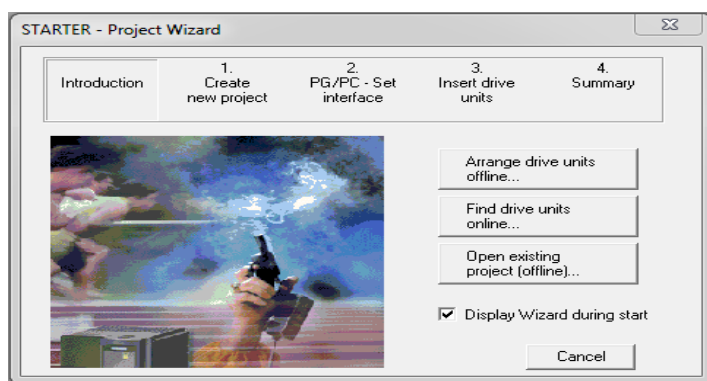
Sinamics Starter je software firmy Siemens sloužící k parametrizaci a sledování pohonů Sinamics a Micromaster. Program může být využit k monitoringu, nebo uvedení pohonů do provozu. Parametry se mění pomocí takzvaných expert listů. Hlavní výhodou tohoto nástroje je soubor velice kvalitních sledovacích funkcí.



Obr. 5.1 Software Sinamics Starter

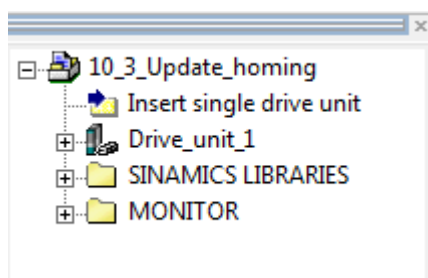
5.1 Vytvoření projektu

Software Sinamics Starter verze 4.4 je možné bezplatně stáhnout na webu firmy Siemens, kde je uložen do většího množství zabalených souborů. Tyto soubory je nutné po stažení rozbalit do jedné složky, pokud to uživatel neudělá, není možné software nainstalovat. Po instalaci a prvním zapnutí dojde k zobrazení okna wizaru, kde je standardně zaškrtnuto při každém zpuštění programu zobrazit okno wizaru, toto je možné zrušit odškrtnutím pole Display Wizard during start.



Obr. 5.2 Okno wizaru

Dále wizard nabízí tři okna a to okno nastavit pohonnou jednotku v offline režimu (Arrange drive units offline). Druhé okno najít pohonnou jednotku online (Find drive units online) a třetí okno otevřít existující projekt (Open existing project). Při zvolení otevřít existující projekt se zobrazí okno se všemi doposud vytvořenými projekty, při kliknutí na jeden projekt a následném potvrzení tlačítkem OK dojde k otevření vybraného projektu. Pokud se mezi zobrazenými projekty nezobrazuje projekt, který má být otevřen může být použito tlačítko browse a vyhledání projektu na pevném disku počítače, kde byl uložen. Pokud uživatel zvolí nastavit jednotku v offline režimu dojde k otevření následujícího okna, kde do položky Project name uživatel napíše zvolený název projektu, dále je možné vyplnit pole autora, kam má být projekt uložen (Storage location) a může si k projektu napsat komentář (Comment). Po potvrzení se zobrazí okno, ve kterém se volí přístupový bod (Access point), zvolit S7ONLINE (STEP7) a nastavit komunikační rozhraní. V případě BP se jedná o komunikaci notebook/měnič přes Profinet zvolí se TCP/IP, kde ve vlastnostech (Properties) je umožněno podrobnější nastavení a skrze diagnostiku otestovat. V BP se pouze zvolilo komunikační rozhraní a do vlastností se nezasahovalo. Pokud je nastaveno komunikační rozhraní v dalším okně se volí pohonná jednotka. Zařízení (Device) zde uživatel volí typ pohonné jednotky. Navolí se Sinamics, následující pole zobrazuje typ (Type) měniče zvolit S120 CU320-2 PN. Lišta pod typem volí verzi firmwaru (zvolit 4.5). Následující okno vyobrazuje cílovou adresu zařízení, která nemusí být vyplněna. Po té uživatel klikne na okno vložit (Insert) potvrdí a dojde k nahrání nastavení do projektu. V případě vyhledávání v online režimu je postup stejný, pouze s rozdílem, že pokud je zařízení připojeno, program si ho vyhledá sám (vhodné pro začátečníky).



Obr. 5.3 Vytvořený projekt

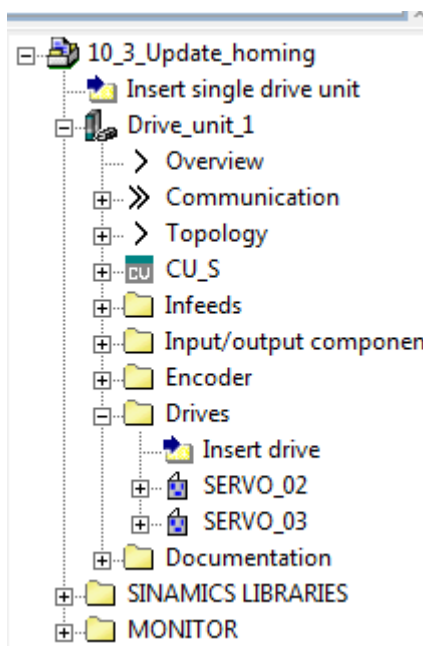
5.2 Připojení k řídicí jednotce

Uživatel vytvoří nový projekt a pomocí accessible nodes vyhledá řídicí jednotku měniče. Nastaví se vhodné komunikační rozhraní. Řídicí jednotka CU320-2 PN komunikuje prostřednictvím Profinet portů a to x150p1 a x150p2, nebo prostřednictvím LAN (Ethernet) portu x127. Prvotní parametrizace se provádí prostřednictvím portu x127, kde po propojení portu x127 měniče s portem v notebooku přes Ethernetový kabel uživatel klikne na accessible nodes a program vyhledá připojená

zařízení. Dojde k zobrazení řídicí jednotky, jejímu zaškrtnutí a následnému přijetí (Accept). Jednotka se importuje do projektu.

5.3 Nastavení řídicí jednotky s přidáním servomotorů

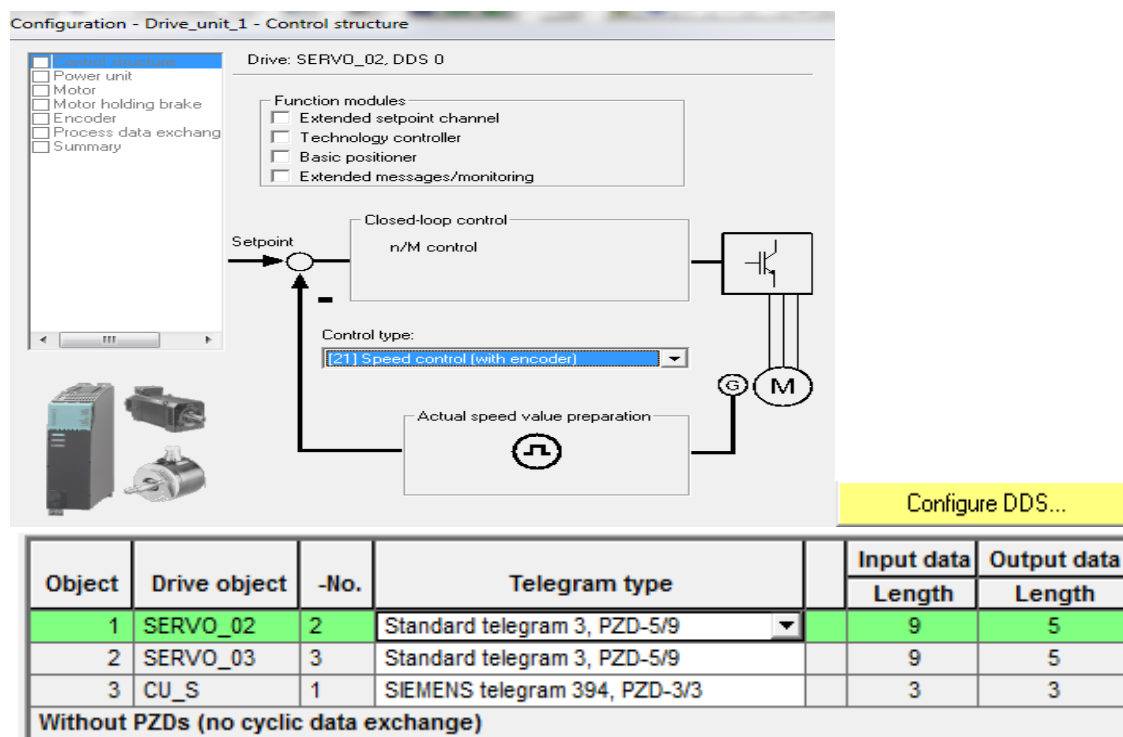
Jestliže uživatel úspěšně importoval řídicí jednotku do projektu, musí se přejít do online režimu. Po kliknutí na připojit se ke zvoleným zařízením (Connect to selected target devices) se zobrazí okno s moduly, které lze dále do projektu importovat. U dvojitého motorového modulu se jedná o dva servomotory, kde uživatel klikne na nahrání do PG/PC (load to PG/PC). Dojde k importování servomotorů do projektu. Po té se klikne pravým tlačítkem myši na jednotku, která byla importována, zvolí se cílové zařízení (Target device) a obnovit do továrního nastavení (Restore factory settings). To zajistí nastavení měniče do továrního nastavení. Následně je potřeba parametrizovat zařízení a proto je nutné přejít do režimu offline, jelikož parametrizace a definování vlastností modulů není možné v online režimu. Po přechodu do offline režimu uživatel spustí automatickou konfiguraci (Automatic configuration), protože řídicí jednotka je s dvojitým motorovým modulem spojena skrze DRIVE-CLiQ sběrnici okno automatické konfigurace zobrazí dva servomotory. Každý z těchto servomotorů je možné otestovat prostřednictvím kliknutí na identifikaci pomocí led diody (identification via led). V okně typ objektu (object type) uživatel zvolí servo a zmáčkne vytvořit (create). Dojde k importu servomotorů do projektu prostřednictvím DRIVE-CLiQ topologie.



Obr. 5.4 Přidány servomotory

5.4 Parametrizace servomotorů

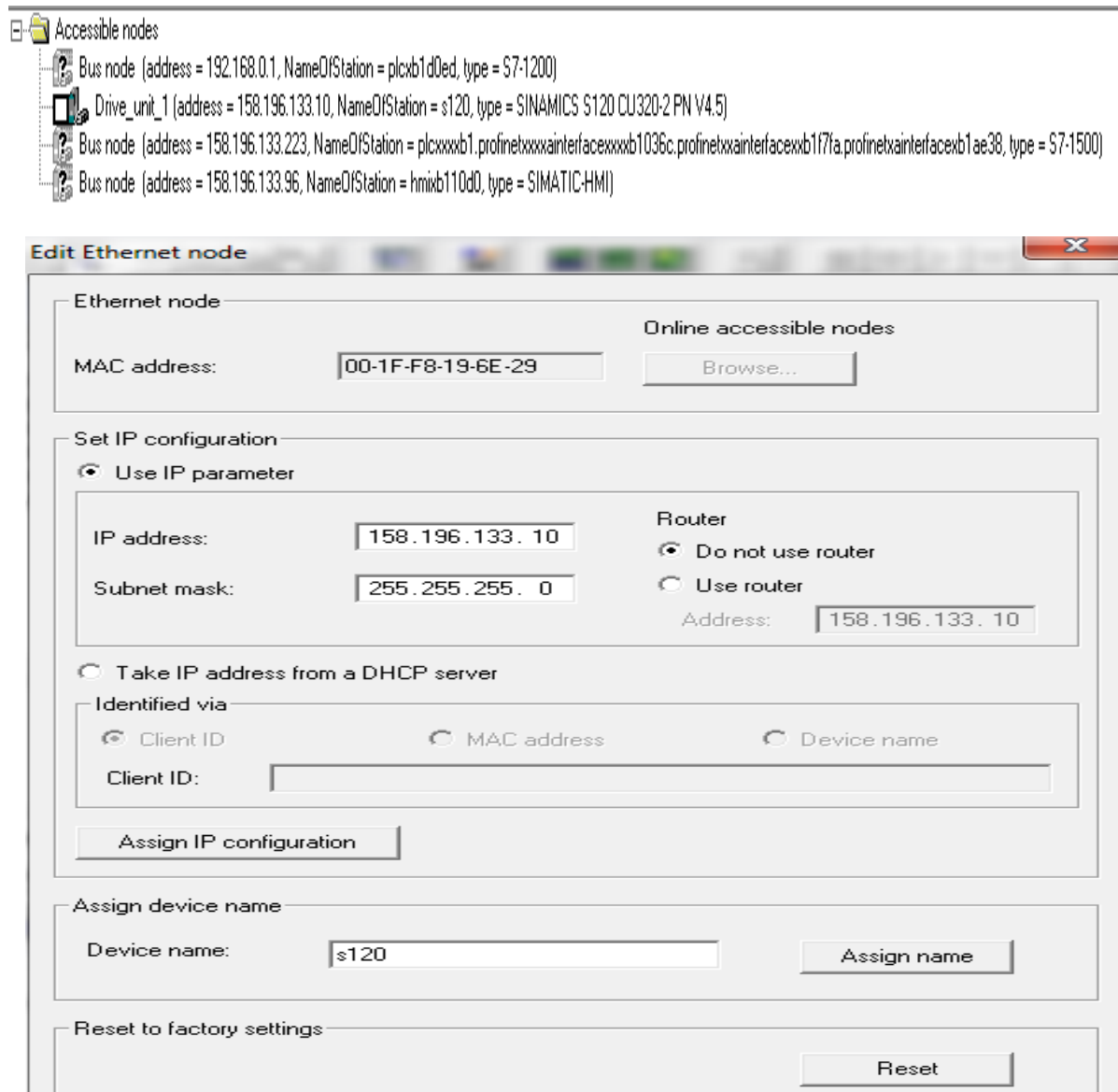
V offline režimu uživatel rozklikne složku pohony (drives). Je potřeba zvolit jeden ze servomotorů, kliknout na konfiguraci (configuration). Zobrazí se okno konfigurace dvojitého motorového modulu, servomotorů, enkodérů atd... se současným typem, parametry. Servomotory musí být vhodně nastaveny, jinak je možné, že zařízení nebude pracovat správně. Je potřeba zvolit konfigurovat DDS (configure DDS). Dojde k zobrazení okna s konfigurací vhodného servomotoru. V prvním oknu se nastavuje, jestli se jedná o řízení rychlosti s enkodérem, nebo bez enkodéru, případně vektorové řízení. Dále je možné přidat funkční moduly, které obsahují například funkce snadného polohování, pro lehké polohovací úlohy. Pokud uživatel zvolí technologický regulátor, nastavují se například telegramy pro řízení. V BP nebyl použit žádný funkční modul a vybralo se řízení rychlosti s enkodérem. Další okno vyobrazuje konfiguraci napájecí sekce motorového modulu. Je možné zvolit velikost připojeného napětí, chladicí metodu, typ o jaký modul se jedná. V bakalářské práci došlo k výběru připojeného napětí 510-720 VDC s interním chlazením a příslušný typ dvojitého motorového modulu 6SL3120-2TE13-0AA4. Následuje nastavení napájecího bloku, pokud blok nemá DRIVE-CLiQ sběrnici volí se jednička (tato varianta se použila v bakalářské práci), pokud má DRIVE-CLiQ sběrnici volí se port na kterém DRIVE-CLiQ komunikace probíhá. Protože moduly obsahují DRIVE-CLiQ v dalším okně pouze potvrdíme připojení x1. V následujícím oknu se volí typ servomotoru, buď skrze DRIVE-CLiQ (použito v BP), nebo vybrat typ motoru zaškrtnutím vybrat motor z datového listu. V dalším oknu je nutné zvolit, zdali motor má brzdu, nebo ne v BP se volila možnost bez brzdy. Opět díky DRIVE-CLiQ rozhraní není třeba nastavovat okno s enkodérem, pouze je třeba potvrdit. Předposlední okno umožňuje volit telegramy, přes které budou předávány a přijímány data a po té už jen potvrdit poslední okno se shrnutím nastavení. Nastavení je také třeba provést pro druhý servomotor. V expert listu je možné měnit jednotlivé parametry servomotoru od napájecího napětí po mnohé další. V případě BP bylo ponecháno nastavení expert listu beze změny. Po nastavení parametrů je nutné přejít do režimu online a nahrát konfiguraci do měniče. Po nahrání do měniče je vhodné celé zařízení vypnout a znovu zapnout, jinak je možné, pokud bude chtít uživatel vyzkoušet, zdali se motor točí, bude vyhlášena chyba 45 zapnutí potlačeno (switching on inhibited), která se odstraní vypnutím a zapnutím zařízení. Po té je možné odzkoušet, jestli se jednotlivé servomotory otáčejí volbou uvedení do provozu (commissioning) kliknutím na ovládací panel (control panel), vybráním převzetí prioritního řízení (assume control priority). Dojde k zobrazení okna, je potřebné zvolit potvrzení (accept), dále zaškrtnout povolit (enable) a po té už jen nastavit hodnotu otáček a zapnout. Dojde k roztočení motoru požadovanou rychlostí, to samé je možné udělat pro druhý servomotor. Dále v menu otevřená a uzavřená smyčka je možné nechat nastavit parametry servomotoru automaticky a po té se podívat na nastavené parametry v časovém diagramu, jakou charakteristiku vykazuje rychlost a jakou moment motoru, tato varianta byla využita v bakalářské práci. V okně komunikace se volí telegramy pro řídicí jednotku a servomotory, kde v bakalářské práci řídicí jednotka obsahuje telegram 394 a servomotory telegram 3. Poslední nastavení, které bylo ve Starteru provedeno, bylo v záložce funkce systém safety integrated, pro nastavení tlačítka centrální stop.



Obr. 5.5 Okno s DDS konfigurací a nastavené standardní telegramy

5.5 Nastavení IP adresy

Jelikož řídicí jednotka pohonu komunikuje s programovatelným automatem prostřednictvím rozhraní Profinet, je nutné po prvotním otestování funkčnosti pohonu na portu x127 přepojit kabel do portu x150p1 případně x150p2, které jsou určeny ke komunikaci prostřednictvím Profinet rozhraní. Port x127 komunikuje skrze Ethernet a proto nemůže být využit. Při změně portu dochází pouze ke změně v případě vyhledávání pohonu ve Starteru, další postup je totožný s postupem uvedeným výše pro port x127. Jakmile je řídicí jednotka nalezena, obsahuje IP adresu 0.0.0.0, kterou je nutné změnit. Tato změna se provádí kliknutím pravým tlačítkem myši na řídicí jednotku a vybráním editovat Ethernetový uzel (Edit Ethernet node). Zobrazí se okno, kde je zapotřebí vyplnit IP adresu v BP použita IP adresa 158.196.133.10, dále zadat submasku (BP 255.255.255.0) potvrdit, přiřadit IP konfiguraci (Assign IP configuration) a zvolit název, který pohon ponese vyplněním pole název zařízení (Device name v BP s120). Další postup je stejný, jako při použití portu x127. Důležitou informací je možnost při špatném nastavení uvést pohon do tovární nastavení (Restore factory settings) a to jak v případě špatné konfigurace IP adresy, nebo špatně nastavené vnitřní struktury pohonu.



Obr. 5.6 Připojitelná zařízení s nastavením názvů a IP adres

6 Hardwarová konfigurace v programu TIA Portal

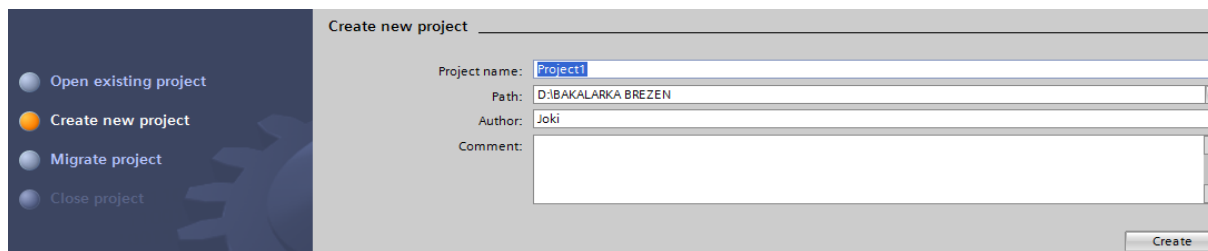
Software firmy Siemens určený pro vytváření uživatelských aplikací PLC, tvorbě vizualizací, parametrizací a zprovoznováním pohonů a mnoha dalších. Jelikož má TIA integrováno toto vše do jednoho programového prostředí je tím urychlena tvorba uživatelské aplikace a celé řešení je možné poměrně snadně modifikovat.



Obr. 6.1 Software TIA Portal

6.1 Vytvoření projektu

Po zpuštění TIA Portalu V13 má uživatel na výběr vytvořit nový projekt (Create new project), nebo otevřít stávající. Při výběru varianty vytvořit projekt se zadává název projektu a cesta, kde bude projekt uložen. V případě zájmu může být vyplněno pole autor a komentář. Po vytvoření projektu se zvolí konfigurovat zařízení (Configure a device) a v následujícím okně přidat nové zařízení (Add new device). V záložce kontroléry (Controllers) je vybírán typ řídicí jednotky. Pokud typ řídicí jednotky není znám, pak je zapotřebí vybrat nespecifikované CPU (unspecified cpu). Jestliže se stane, že uživatel zapomene vložit nějaké zařízení, lze to udělat dodatečně. Po vybrání zařízení je nutné zvolit přidat (Add). V případě vybrání nespecifikovaného CPU, je potřeba jej detekovat kliknutím na něj a vybrat detekovat (detect).

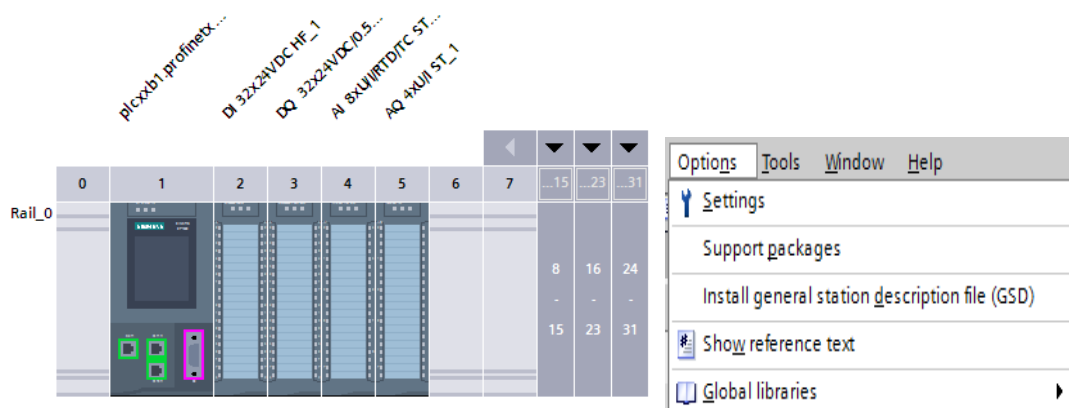


Obr. 6.2 Okno pro vytvoření projektu v TIA Portalu

6.2 Vkládání modulů a import GSDML souboru

Po přepnutí do programového prostředí je už CPU importováno, ale je jej vhodné doplnit o přidané moduly, pokud nějaké má. V okně zobrazení sítě (Network view) je vidět název zvoleného PLC (1516-3 PN/DP) a k tomuto CPU, se do programově vytvořených kolejnic vkládají přídatné moduly. Vloží se modul digitálních vstupů 32x24VDC HF_1, vkládání probíhá jednoduše podržením tlačítka myši a přetažením do kolejnice. Dále vložením modulu digitálních výstupů 32x24VDC/0.5A ST_1, modulu analogových vstupů 8xU/I/RTD/TC ST_1 a modulu analogových výstupů 4xU/I/ST_1, kde v okně zobrazení zařízení jsou dostupné adresy těchto vstupů a výstupů. K modulu digitálních vstupů byly připojeny snímače.

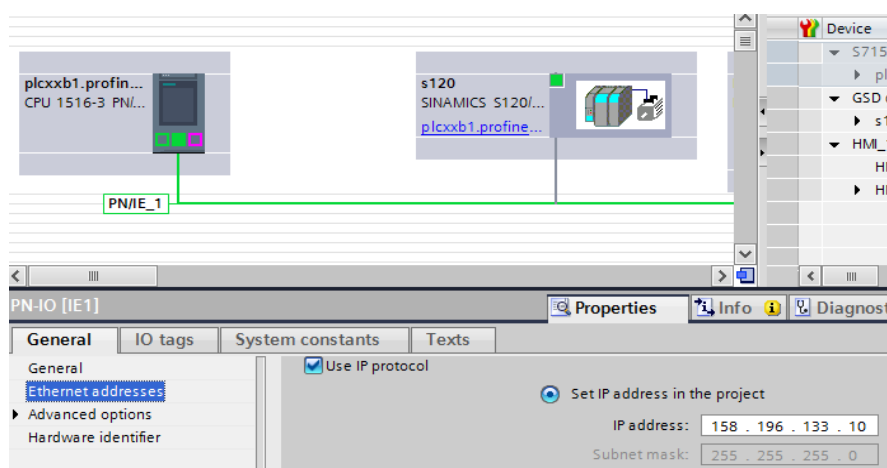
Jelikož TIA v základu neobsahuje kompletní seznam pohonů, musí být stažen GSDML soubor (General station description file) odpovídající verze firmwaru jakou má pohon, případně zkusit vyhledat na kompaktní flash kartě pohonu, jestliže pohon kartu má. Jakmile je soubor stažen, musí být nainstalován, to se vykoná kliknutím v TIA Portalu na vlastnosti (Options) v horní liště následně instalovat GSDML soubor. Tím se nainportoval pohon obsahující moduly a telegramy, to se ověří v okně zobrazení sítě, otevřením hardwarového katalogu, vybráním ostatních zařízení, Profinet IO a vyhledat odpovídající pohon, který je následně přetažen do okna zobrazení sítě. Důležitá poznámka: reálný měnič musí mít stejné Profinet jméno. Řídící jednotka pohonu v BP komunikuje přes Profinet rozhraní a tudíž tento postup není možné provést pro jednotky s Profibusovým rozhraním, jelikož jsou lehce rozdílné.



Obr. 6.3 Vložené moduly a instalace staženého GSDML souboru

6.3 Nastavení komunikace PLC-pohon

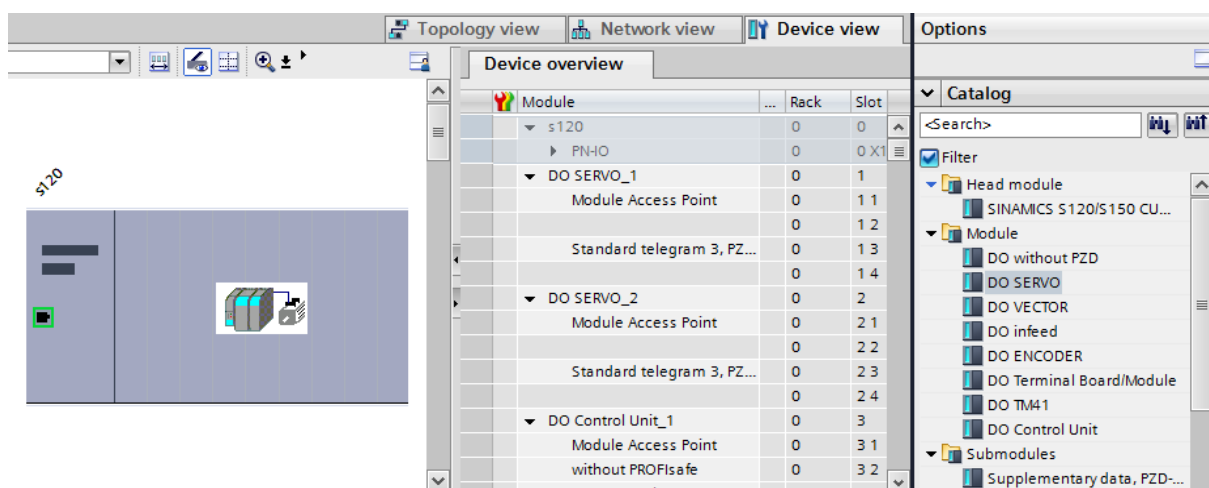
Pro navázání komunikace mezi PLC a pohonem je zapotřebí v TIA Portalu označit port měniče a protáhnout ho do portu PLC v zobrazení síť, tím se vytvoří spojení. Toto spojení dostane přidělen název, který je možné po kliknutí na toto spojení změnit přepsáním položky název (Name). Druhá varianta je v okně zobrazení zařízení označit PLC vybrat Profinetový port, na kterém bude komunikace probíhat v BP (Profinet interface X1) zvolit záložku Ethernetové adresy (Ethernet addresses) a přidat novou podsít' (Add new subnet), která může nést libovolný název. Po výběru Profinet portu se musí nastavit reálný čas a to minimálně na 2ms. V pohonu v záložce Ethernetová adresa se zadává IP adresa nastavena při konfiguraci Starteru tudíž v případě BP 158.196.133.10 a dále se zaškrtně generovat název Profinet zařízení automaticky. IP adresu je nutné nastavit i pro PLC (V BP 158.196.133.223).



Obr. 6.4 Nastavení Ethernetové adresy měniče

6.4 Implementace pohonu

V oknu zobrazení zařízení (Device view), se vybere pohon, do kterého se vkládají z katalogu objekty a to objekty pohonu (drive object), kde se vybere řídicí jednotka a dvakrát servomotor. Do každého z těchto modulů se vkládá odpovídající telegram. Telegram 394 pro ovládání vstupů a výstupů řídicí jednotky a dvakrát telegram 3 pro každý servomotor zvlášť, jelikož telegram 3 slouží k řízení polohy technologických objektů (Technology objects). Každý telegram má odpovídající adresy obsahující jednotlivá slova. Telegramy nastavené ve Starteru musí být totožné a jejich pořadí musí odpovídat pořadí v TIA Portalu.



Obr. 6.5 Vkládání modulů měniče a přiřazení telegramů

6.5 Synchronizace

Jestliže má být využito nastavení pohonu pomocí technologických objektů obsažených v TIA Portalu, musí být nastaven izochronní mód (Isochronous mode). IRT je režim přenosu, kde jsou Profinet zařízení synchronizovány s extrémní přesností. Sync master zajišťuje hodiny a sync slave s těmito hodinami synchronizuje. Oba jak IO kontrolér tak IO zařízení mohou působit jako sync master. Synchronizační doména (Sync domain) zajišťuje, že všechny uzly v této oblasti mohou komunikovat v izochronním módu. Předpokladem pro IRT komunikaci je synchronizace cyklu pro všechny Profinet zařízení v synchronizační doméně pro šíření společné časové základny. Izochronní režim přispívá ke zvýšení kvality systému a tím větší přesnosti. V případě selhání sync mastera se komunikace IRT zařízení vrací do RT režimu.

Časová odchylka T_i

Má-li být zajištěno, aby stav vstupů mohl být přenesen do IO kontroléru při startu nového systémového cyklu, akce čtení musí být přesunuty až do doby T_i . Pro konkrétní vstupní modul, čas T_i zahrnuje alespoň aktivitu signálu, dobu převodu na elektronické moduly a čas pro přenos do rozhraní modulů na sběrnici IO zařízení. Hodnoty jsou čteny současně, protože časová odchylka T_i všech vstupních modulů čtená v izochronním režimu je nastavena na stejnou hodnotu a tato hodnota je větší nebo rovna minimálnímu zkreslení nejdelší doby T_i všech izochronních vstupních modulů. Ve výchozím nastavení, STEP 7 zajišťuje, že společná časová odchylka T_i je nastavena tak krátká jak je to možné. [17]

Zpoždění T_o

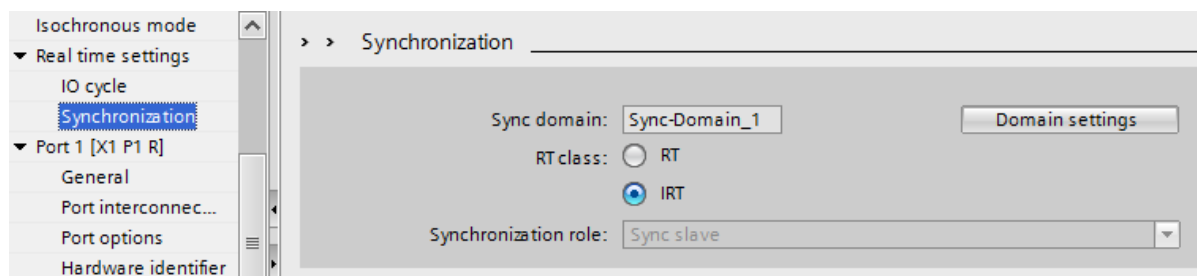
Má-li být zajištěno, aby stav výstupů mohl být přenesen do procesu v době zahájení nového systémového cyklu, výstup na terminálu nezabere pozici před časem T_o . Pro konkrétní výstupní modul, čas T_o zahrnuje alespoň čas přenosu z IO kontroléru do IO zařízení (přes Profinet) a v IO zařízení, přenos výstupů z rozhraní modulů do elektronického modulu s dobou pro digitálně analogový převod může zahrnout do modulu. Tyto hodnoty jsou zapsány současně, protože zpoždění T_o všech izochronních výstupních modulů je nastaveno na stejnou hodnotu. Tato hodnota musí být větší než, nebo rovna minimálnímu zpoždění nejdelší doby T_o všech izochronních výstupních modulů. STEP 7 automaticky vypočítá společné zpoždění T_o je nastaveno tak krátké jak je to možné. [17]

6.6 Nastavení izochronní mód

Pro aktivaci izochronního režimu, oba parametry pro izochronní režim a synchronizační doménu musí být nakonfigurovány do TIA Portalu.

V přehledu zařízení pohonu se musí označit požadovaný telegram. Po té v záložce I/O adresy (I/O addresses) zaškrtnout izochronní režim pro vstupní i výstupní adresy. V tomto okamžiku ještě není nutné vyplnit pole organizačního bloku. V přehledu zařízení se vybere řídicí jednotka, kde ve vlastnostech řídicí jednotky se volí záložka pokročilé nastavení (advanced options) a dále izochronní mód. V této záložce je zapotřebí povolit izochronní režim zaškrtnutím, přepnout $T_i T_o$ hodnoty na manuální nastavení a zapsat hodnoty 0.375ms, tyto hodnoty se volí pro pohony Sinamics S. V detailním přehledu je potvrzen zvolený telegram. Tím je nastaven izochronní režim osy. V případě více os se postup opakuje pro další telegramy.

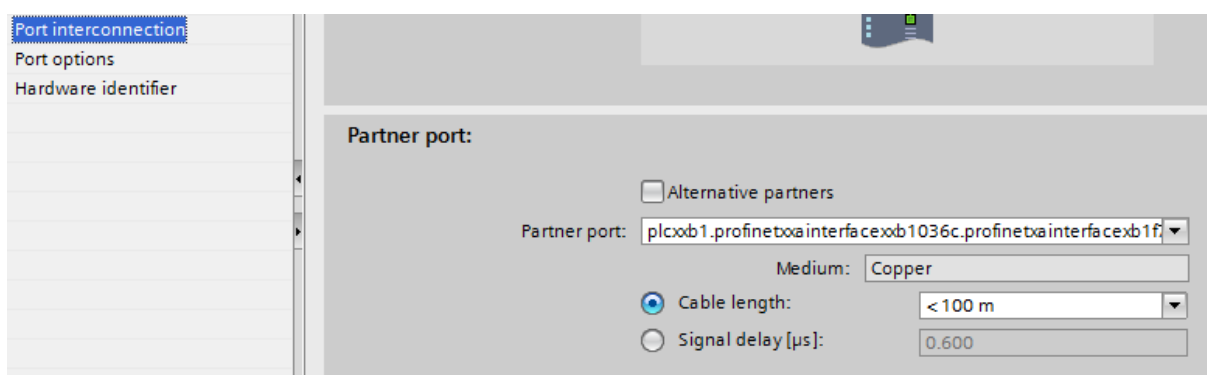
Ve vlastnostech řídicí jednotky v záložce Nastavení reálného času (Real time settings), v případě, že není nastaven aktualizace času na 2ms uživatel přepne do z automatického na manuální nastavení a hodnotu nastaví. V synchronizaci přepne z RT na IRT a stiskne nastavit doménu. V okně zobrazení sítě se označí PN/IE spojení, kde v záložce zpráva domény je nutné se přepnout do zařízení a tam nastavit PLC jako zařízení master a pohon jako zařízení typu slave. V RT třídě je dobře vidět, že pohon je nastaven na IRT.



Obr. 6.6 Zvolení IRT režimu

6.7 Nastavení topologie

V okně zobrazení Topologie (Topology view) uživatel označí port pohonu, který je propojen s portem PLC. V záložce propojení portu (Port interconnection) nastaví partnerský port na odpovídající port PLC (V BP X1 P2 R) a zvolí se odpovídající délka kabelu. Při přidání HMI do projektu se zvolí partnerský port PLC X1 P1 R a je potřebné samozřejmě nastavit IP adresu HMI (V BP 158.196.133.96) a přiřadit jej do podsítě.



Obr. 6.7 Zvolení partnerského portu s nastavením délky kabelu

7 Technologické objekty TIA Portal

Technologické objekty jsou další možností jak nastavit pohon podobně jak je tomu ve Starteru.

Po té co jsou osy pohonu nakonfigurovány a připojeny k PLC, nový technologický objekt (TO) musí být vytvořen v PLC pro každou osu k umožnění snadného ovládání osy. To se uskuteční otevřením záložky technologických objektů (Technology objects) a následném přidání nového objektu (Add new object). Pro řízení pohybu je možné využít tyto technologické objekty:

- Rychlostní osy TO_SpeedAxis

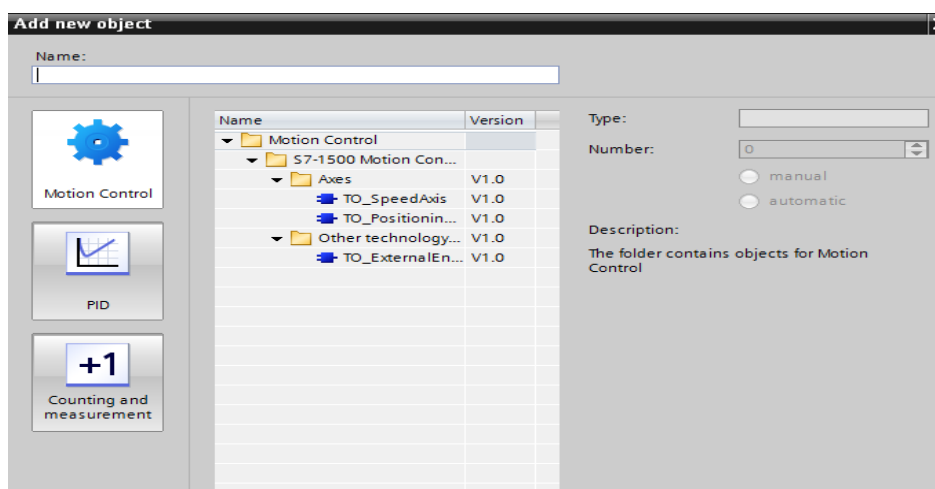
Tento technologický objekt se používá k výběru rychlosti pohonu. Pohyb osy lze ovládat pomocí instrukcí řízení pohybu.

- Polohovací osy TO_PositionAxis

Tento technologický objekt se používá pro nastavení polohy pohonu. Instrukce řízení pohybu umožňují dát osám polohu skrze uživatelský program.

- Ostatní technologické objekty Externí enkodéry TO_ExternalEncoder

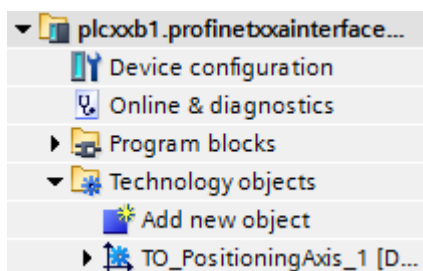
Tento technologický objekt zjistí pozici a poskytne ji kontroléru. Stanovená poloha může být vyhodnocena v uživatelském programu.



Obr. 7.1 Okno s výběrem technologických objektů

7.1 Vytvoření technologického objektu

Po výběru vhodného technologického objektu může být pro větší přehlednost změněn název TO (V BP se vložila dvakrát polohovací osa). Po vytvoření TO je možné v záložce Technologické objekty po rozkliknutí TO vidět tři záložky a to konfigurace (Configuration), která slouží pro nastavení pohonu. Dále uvedení do provozu (Commissioning), neboli ovládání přes kontrolní panel (bez uživatelského programu) a diagnostiku (Diagnostics), ve které jsou zobrazeny informace o chybách a současném stavu.



Obr. 7.2 Vytvořený technologický objekt

7.2 Nastavení parametrů

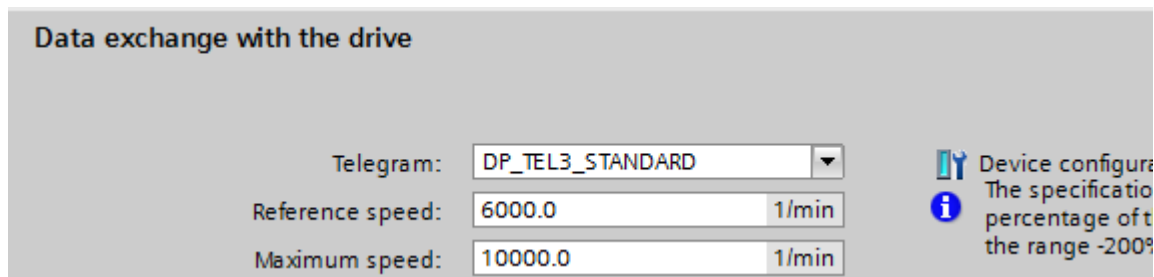
V záložce konfigurace technologických objektů po otevření konfigurace uživatel definuje nastavení osy, jestli je osa rotační nebo lineární (V BP lineární) a v jakých jednotkách budou probíhat převody (V BP mm).

V hardwarovém rozhraní v okně pohonu se volí objekt servomotoru. V případě ovládání dvou a více os je zapotřebí vytvořit další technologické objekty, kde každý technologický objekt ovládá jednu připojenou osu. V okně enkodér byla zvolena možnost snímání součást připojení k pohonu.

V záložce výměny dat (Data Exchange) se nastavují parametry referenční rychlosti (6000), maximální rychlosti (10000) a kroků na otáčku (512). Tyto hodnoty se nastavují podle expert listu měniče.

Po té dochází k nastavení rozšířených parametrů (Extended parameters), kde se povolí plné zadávání (Consider load gear and leadscrew pitch for encoder evaluation) a zadá se vzdálenost, která se má ujet na jedno otočení hřídele (V BP 40mm). V záložce dynamických limitů (Dynamic limits) je možné nastavit maximální rychlost, dobu za jakou se zrychlí na maximální rychlost, nebo z ní zpomalí

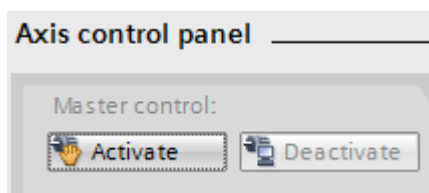
a nakonec se nastaví automatické nastavení výchozích hodnot a dalších parametrů. Po té je možné provést kontrolu a případnou úpravu ostatních parametrů. Kde zajímavé je například použití hardwarových limitních přepínačů kompletně zastavujících motor.



Obr. 7.3 Příklad parametrizace pomocí TO

7.3 Testování nastavení osy kontrolní panel a ladění

Tak jako Starter umožňuje odzkoušet nastavené parametry v kontrolním panelu servomotoru, tak technologické objekty tuto možnost umožňují také. V záložce uvedení do provozu může být osa otestována kontrolním panelem osy (Axis control panel), ve kterém aktivací (Activate) a povolením (Enable) se pohon uvede do provozu. Výběrem operačního módu (Operating mode) může být ovládána rychlost, zrychlení a další parametry. Po výběru operačního módu mohou být parametry upravovány v příslušných oknech a zpuštěním tlačítka dopředu, nebo dozadu dochází ke zpuštění příslušné operace. Pokud osa pracuje spolehlivě, je možné přejít do nástroje ladění (Tuning), který slouží k nastavení regulátoru polohy, kde se chce docílit, aby odezva skutečné polohy neobsahovala překmit. Toho se docílí úpravami hodnoty zesílení (Gain).



Obr. 7.4 Aktivace pohonu pro další testování

8 Mechanické úpravy a jejich důvod

Zařízení muselo projít určitými změnami ať z důvodu inovace či nutnosti pro úspěšné zprovoznění. První úpravou byla výměna řídicí jednotky CU320 za CU320-2 PN a dvojitého motorového modulu za novější verzi 6SL3120-2TE13-0AA4. Dále návrh umístění a vytvoření mechanických držáků pro čtyři koncové snímače a dva snímače, které budou zajišťovat, aby support dosáhl referenčního bodu. Budou přidány pružiny, které zajistí, když se support bude nacházet v referenčním bodu a dojde k výpadku napájení, aby byl tlumen dopad nárazu plechu na support při pohybu vertikální osy směrem dolů. Nakonec dojde k vytvoření kabelu s konektorem pro připojení snímačů k programovatelnému automatu a připojení tlačítka centrál stop k zařízení.

8.1 Výměna řídicí jednotky

Řídicí jednotku bylo nutné vyměnit z následujícího důvodu. Po připojení systému k napájení a následném zapnutí je vhodné provést prvotní parametrizaci měniče, například nastavit stejné standardní telegramy jaké budou nastaveny v TIA Portalu. To se provede propojením řídicí jednotky pohonu s notebookem skrze MPI/USB adaptér. Dále je nutné otevřít Starter, ve kterém po vytvoření projektu uživatel potvrdí vyhledávání připojených zařízení. V původním stavu byla na zařízení instalována řídicí jednotka CU320, která komunikuje prostřednictvím sítě Profibus a tudíž se v PG/PC rozhraní nastaví MPI adaptér, jelikož řídicí jednotka na kompaktní flash kartě obsahovala verzi firmwaru 2.2 a nejnižší současná podporovaná verze je 2.5 bylo potřebné řídicí jednotku vyměnit. Výměna proběhla za řídicí jednotku CU320-2 PN, která pro komunikaci využívá síť Profinet a proto bylo potřebné přestudovat, jak se pracuje s Profinetovými GSDML soubory a jejich importem a nastavením dalších parametrů v TIA Portalu pro úspěšné zprovoznění projektu. Řídicí jednotka obsahovala parametrizovatelné vstupy a výstupy, stejně jako předešlá tudíž nebylo pevně určeno kam připojit jednotlivé konektory krom konektoru napájení, jak to bývá u starších typů jednotek (např. CU305). K úspěšnému zprovoznění řídicí jednotky do ní bylo nutné vložit kompaktní flash kartu. Po zprovoznění modulu opět vyhledat zařízení ve Starteru, kde byla řídicí jednotka vyhledána, a bylo možné přejít k dalším úpravám.

8.2 Výměna dvojitého motorového modulu

Jelikož řídicí jednotka komunikuje s dvojitým motorovým modulem prostřednictvím sběrnice DRIVE-CLiQ, bylo potřeba vyměnit i tento modul, jinak by řídicí jednotka se starším typem dvojitého motorového modulu nekomunikovala a nebylo by možné uvažovat o nějakém polohování. Po výměně dvojitého motorového modulu se ve Starteru musela importovat řídicí jednotka a s ní servomotory,

kteře se následně musely parametrizovat. Pokud tato podmínka nebyla splněna led diody RDY a DC LINK dvojitého motorového modulu svítily oranžově, to odpovídalo zprovozněné DRIVE-CLiQ komunikaci. Jakmile bylo ukončeno parametrizování modulu, led dioda RDY změnila barvu z oranžové na zelenou odpovídající rozpoznání modulu a možnosti pokračovat v dalších úpravách. Řídicí jednotka v té chvíli taky změnila z 2Hz blikání zelené led diody RDY oznamující zápis na paměťovou kartu na zeleně stabilně svítící RDY a COM oznamující zařízení je připraveno.

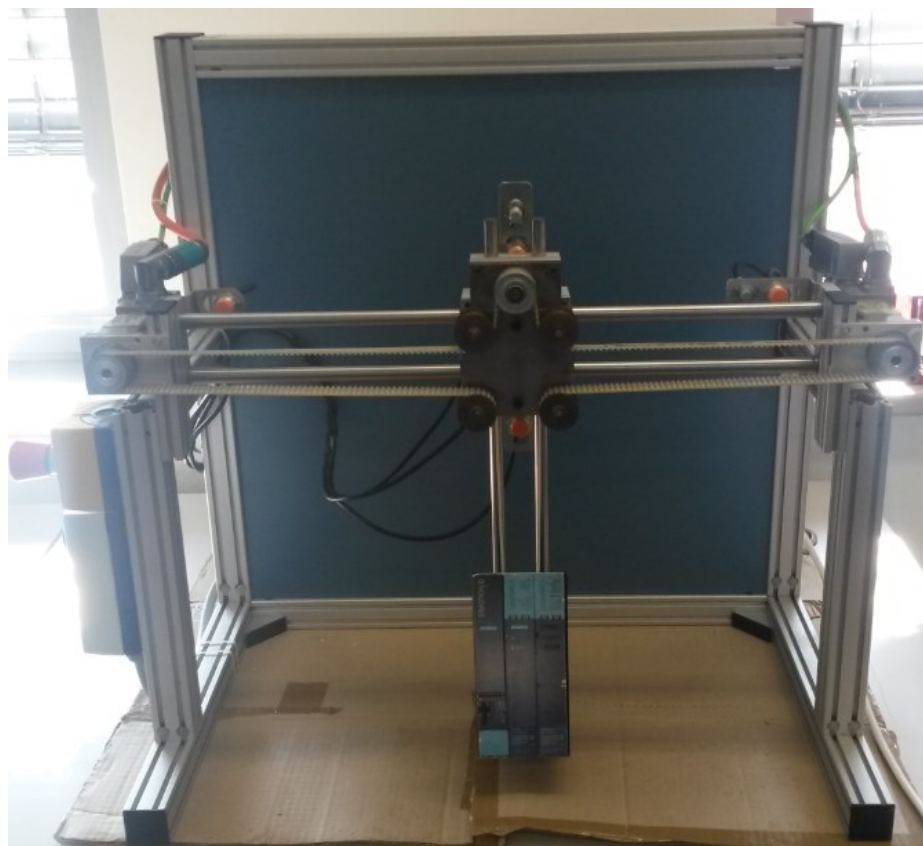
8.3 Vytvoření držáků a montáž snímačů

Vzhledem k tomu, že se původně nevědělo o nutnosti vyměnění modulů, byla uvažována pouze instalace snímačů. Snímače měli zabezpečovat, pokud se vyskytne například chyba v programu, aby motor zastavil a nějakým způsobem nepoškodil zařízení a tak se vymysleli 4 nerezové držáky, kde dva se připevnili na levé a pravé straně konstrukce a to do šroubu, který byl přišroubován do hliníkového profilu držícího v jedné rovině horizontální osy supportu. Tento šroub byl vyšroubován pod něj vložen plech a našroubován zpět. To samé se provedlo na druhé straně. Plech na pravé straně konstrukce se skládal ze dvou otvorů pro snímače oproti plechu na levé straně obsahujícímu pouze jeden a to z důvodu, aby bylo možné vyhledat v horizontální rovině referenční bod a nastavit ho. Tudíž na každé straně konstrukce byl připevněn jeden koncový snímač a navíc na pravé straně byl přidán ještě snímač na detekci referenčního bodu. Vzdálenost snímání těchto snímačů je 4mm a pro zabezpečení bezpečného sepnutí se snímače namontovali do vzdálenosti 2mm. Další dva plechy byly připevněny přímo na pohyblivý support ve vertikální rovině a snímač obsahující dva otvory byl připevněn ve směru nahoru. Montáž těchto dvou snímačů probíhala vyvrtáním díry a vytvořením závitu, na který se vložil plech a přišrouboval. Tady bylo důležité navrtat díru blízko okraje supportu, aby se nenavrtalo do hřídele umístěné v konstrukci supportu. Po té už proběhla montáž snímačů stejným způsobem, jako v případě horizontální instalace.

8.4 Připojení snímačů a zprovoznění

Jelikož zařízení bylo původně vytvořeno se Simatic S7-300 a v práci se mělo zjistit, zdali je možné zařízení zprovoznit na novější verzi PLC a to nejnovější řadě S7-1500, konkrétně S7-1516-3 PN/DP, bylo potřebné vymyslet způsob jakým zajistit přívod snímačů na vstupní moduly PLC nacházejícího se na druhé straně učebny bez možnosti přenést PLC či zařízení. V tomto důsledku byl vytvořen kabel z jedné strany připojený na dvojitou svorkovnici, kde ke druhé straně svorkovnice byly připojeny signálové vstupy snímačů. Napájení snímačů bylo instalováno do svorkovnice určené k napájení řídicí jednotky. Druhá strana vytvořeného kabelu byla připájena k 25 pinovému konektoru, na který je vyveden jeden z modulů PLC. Při kládání kovových klíčů postupně ke snímačům bylo odzkoušeno, který snímač odpovídá příslušným vstupům modulu, kde bylo zjištěno, že modul

vyvedený na konektor je modul digitálních vstupů. Tyto vstupy byly následně při vytváření programu v TIA Portalu pojmenovány pro přehlednost.



Obr. 8.1 Systém se servopohonem s instalovanými snímači

9 Obecný popis použitých prvků

Jelikož TIA je software, ve kterém je možné vytvářet mnoho automatizačních úloh, jsou v ní implementovány programovací jazyky. Kde běžně používaným je jazyk kontaktních schémat (LAD – ladder diagram), nebo například jazyk funkčních schémat (STL) či seznam instrukcí (FBD). Tyto jazyky lze při tvorbě programu přepínat, nebo vytvářet program v jednom a případně do něj implementovat část kódu napsanou v jazyce druhém.

9.1 Struktura uživatelského programu

Struktura uživatelského programu je rozčleněna do jednotlivých sekcí tzv. programových bloků a to jsou:

- Organizační blok (OB)
- Funkční bloky (FB)
- Funkce (FC)
- Datové bloky (DB)

Organizační blok je volán operačním systémem centrální procesorové jednotky a tvoří rozhraní mezi operačním systémem a uživatelským programem. V zásadě umožňuje vykonání:

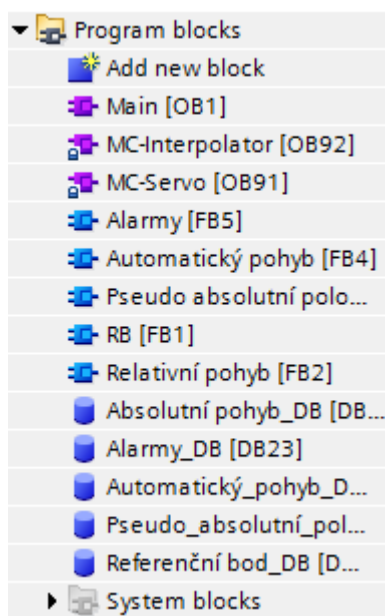
- Cyklického přerušení
- Hardwarového přerušení
- Detekci poruch a chybných stavů
- A další

V organizačních blocích platí pravidlo, že organizační blok s vyšší prioritou má přednost v případě, pokud nastane situace, že se jeden OB vykonává a přidá se blok s vyšší prioritou, tento blok se vykoná a po té se vrací vykonávání uživatelského programu zpět do bloku s prioritou nižší.

Funkční bloky spolu s funkcemi jsou základními stavebními kameny uživatelského programu, protože umožňují rozčlenit program do dílčích částí, které lze vzájemně propojit a vytvořit komplexní celek. Funkční bloky uchovávají hodnoty v nich zapsané v tzv. instančních datových blocích. Což umožňuje přístup k hodnotám i po provedení funkčního bloku. Oproti tomu funkce vyhrazenou paměť

neobsahují. Při vytvoření funkčního bloku a jeho následném vložení do programového bloku se automaticky otevírá nabídka pro vytvoření instančního datového bloku tohoto funkčního bloku.

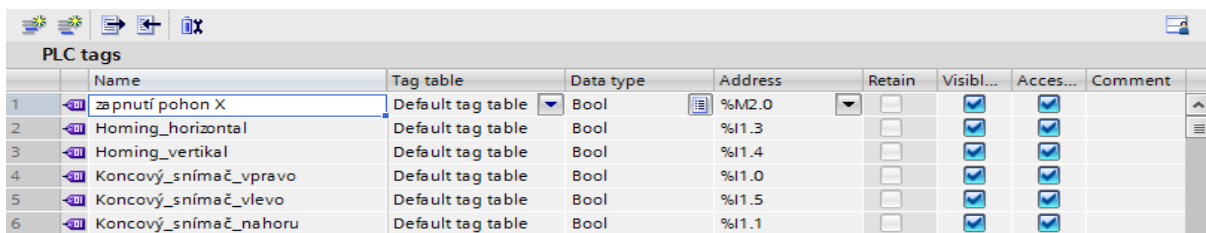
Datové bloky slouží k uložení uživatelských dat nutných pro řízení úlohy. Krom toho obsahuje TIA ještě systémové funkce, systémové funkční bloky a systémové datové bloky, které jsou stvořené výrobcem programovatelného automatu a importované do paměti centrální procesorové jednotky. Nelze je nějakým způsobem editovat, jelikož jsou výrobcem uzamčené.



Obr. 9.1 Příklad programových bloků

9.2 Proměnné

TIA také umožňuje vytváření proměnných jako globálních, nebo lokálních. Rozdíl mezi těmito proměnnými je takový, že globální proměnnou je uživatel schopný vidět odkudkoliv v programu, na rozdíl od lokální proměnné, která je viditelná pouze z části kódu ve které je vytvořena. Lokální proměnné se využívají například při tvorbě funkčních bloků, kde se jednotlivé proměnné přiřazují jako vstupní, výstupní, nebo se ukládají jako paměťové a mnohé další. Globální proměnné se oproti tomu vytváří v záložce PLC tagy (PLC tags), kde podobně jako u lokálních proměnných zvolíme název proměnné adresu, kde bude uložena spolu s jejím datovým typem, s tím rozdílem že proměnná vytvořená v PLC tags bude globální.

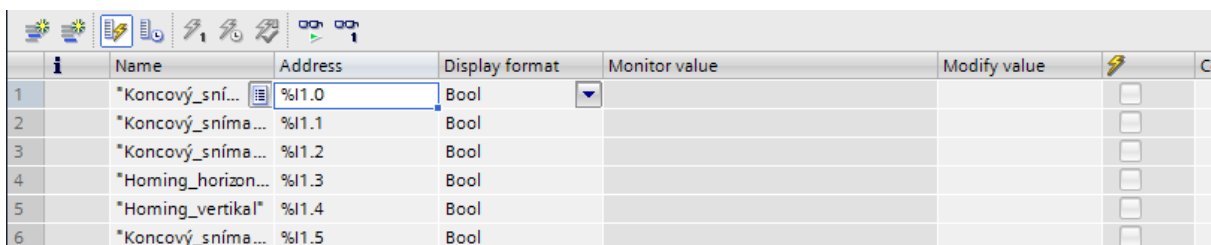


	Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Visibl...	Acces...	Comment
1	zapnutí pohon X	Default tag table	Bool	%M2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Homing_horizontál	Default tag table	Bool	%I1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Homing_vertikal	Default tag table	Bool	%I1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Koncový_snímač_vpravo	Default tag table	Bool	%I1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Koncový_snímač_vlevo	Default tag table	Bool	%I1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Koncový_snímač_nahoru	Default tag table	Bool	%I1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Obr. 9.2 Příklad PLC tagů

9.3 Testování funkčnosti programu

Funkčnost programu pro případné odstranění chyb, nebo z důvodů modifikací lze otestovat dvěma způsoby. První varianta je použití simulátoru v případě, že uživatel nemá k zařízení v současném stavu přístup a přesto chce program otestovat a odladit. Po zapnutí simulátoru je možné sledovat hodnoty proměnných vytvořením tzv. sledovací tabulky (watch table) do této tabulky zapsat adresu proměnné a po té v okně programu zapnout tzv. brýle, nebo také monitoring a už jen pomocí modifikace hodnot ve sledovací tabulce sledovat změny v programu, nebo je možné použít modifikace v programu, pokud se jedná o kontakty a to klikem pravého tlačítka myši a změnit na 1 (modify to 1) nebo modify to 0. To samé umožňují klávesové zkratky ctrl+F2 a ctrl+F3. Druhá možnost nastává, jestliže má uživatel přístup k zařízení, kde dochází nejprve k hardwarové a softwarové kompilaci programu do zdrojového kódu, následně nahráním do zařízení, přechodem do online režimu a spuštěním monitoringu. Pokud je PLC ve stopu je možné jej ikonou zapnout CPU přepnout do režimu provozu a naopak. Oproti simulátoru dochází jen k mírné změně vytvoření sledovací tabulky a to v záložce watch and force tables. Vytvoření sledovací tabulky je potom už stejné jako v případě simulátoru, zatímco force table je zajímavý tím, že umožňuje trvale zapsat hodnotu do proměnné, která nadále nejde v programu měnit.



	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value	
1	"Koncový_snímač_vpravo"	%I1.0	Bool			<input type="checkbox"/>
2	"Koncový_snímač_vlevo"	%I1.1	Bool			<input type="checkbox"/>
3	"Koncový_snímač_nahoru"	%I1.2	Bool			<input type="checkbox"/>
4	"Homing_horizontál"	%I1.3	Bool			<input type="checkbox"/>
5	"Homing_vertikal"	%I1.4	Bool			<input type="checkbox"/>
6	"Koncový_snímač_vlevo"	%I1.5	Bool			<input type="checkbox"/>

Obr. 9.3 Watch tabulka

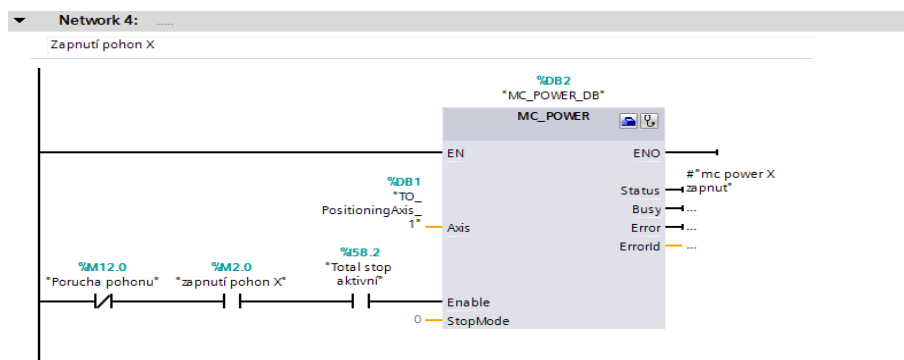
9.4 Instrukční sada

TIA krom základních instrukcí jako jsou časové operace obsahující různé typy časovačů a mnoho dalších instrukčních souborů obsahuje také bloky sloužící pro řízení pohybu. Ty se nacházejí v instrukční sadě záložce technology Motion control a jejich pomocí je umožněno řídit polohování jednotlivých os. Dalším užitečným je možnost importování knihoven v případě chybějící funkce, kterou uživatel nechce vytvářet, jestliže má knihovnu k dispozici, pouze ji implementuje a po té nalezne v záložce knihovny (Libraries).

Mezi bloky pro řízení pohybu patří:

- MC_Power
- MC_Reset
- MC_Home
- MC_Halt
- MC_MoveAbsolute
- MC_MoveRelative
- MC_MoveVelocity
- MC_Movejog

Blok MC_Power vypíná a zapíná osy, neboli vypíná a zapíná technologické objekty. Vztahuje se na polohování os, nastavování rychlosti a externí enkodér. Je možné jej použít pouze v případě správně nakonfigurovaného technologického objektu. Tento blok nemůže být přerušen jinou Motion control funkcí. MC_Power funkce s parametrem ENABLE = TRUE zapíná technologický objekt, ale nepřerušuje tím žádné další instrukce. Přepnutím ENABLE na hodnotu FALSE vypíná technologický objekt a s ním spojené funkce.



Obr. 9.4 Příklad funkčního bloku MC_POWER

Tab. 9.1 Parametry MC_POWER

Parametr	Datový typ	Popis
Axis	TO_Axis	Technologický objekt
Enable	BOOL	TRUE – Technologický objekt je povolen FALSE – Technologický objekt není povolen
StopMode	INT	0 – Bezpečnostní stop 1 – Okamžitý stop 2 – Stop s maximálními dynamickými hodnotami
Status	BOOL	FALSE – Polohování nebo nastavení rychlosti os nepřijímá žádnou motion control funkci Řízení rychlosti a polohy není aktivní Aktuální hodnoty technologického objektu nebyly kontrolovány pro platnost
		TRUE – Polohování nebo nastavení rychlosti os přijalo motion control funkci Řízení rychlosti a polohy je aktivní Aktuální hodnoty technologického objektu jsou platné
Busy	BOOL	Úloha je provedena
Error	BOOL	Detekce chyb
ErrorID	WORD	Výpis chyb

Blok MC_Error potvrzuje chybu. Všechny technologické alarmy, které mohou být potvrzeny v uživatelském programu, jsou potvrzeny s Motion control funkcí MC_Reset. Potvrzení také resetují bity chyb a upozornění v technologických datových blocích.

Vztahuje se na polohování, řízení rychlosti os a externí enkodér. Požadavky, aby příčina chyby byla vyřešena, pro restart musí být technologický objekt nepovolen. Jestliže je parametr Restart FALSE – proces instrukce MC_Reset může být přerušen jinou motion control funkcí, v případě enable ne.

Tabulka s parametry MC_RESET:

Příloha XIII .

Blok MC_Home nastavuje pozici referenčního bodu. S funkcí MC_Home se vytvoří vztah mezi pozicí v technologickém objektu a mechanickou pozicí. Hodnota pozice v technologickém objektu je přidělena homing značce. Tato značka reprezentuje známou mechanickou pozici. Vztahuje se na polohování a externí enkodér.

Tabulka s parametry MC_HOME:

Příloha XIV .

Blok MC_Home zastavuje osy. Pomocí instrukce MC_Halt je možné zabrzdit osy do klidového stavu. Dynamické chování během brzděného procesu je definováno parametry trhání (Jerk) a zpomalení (Deceleration). Vztahuje se na polohování os a rychlost os.

Tabulka s parametry MC_HALT:

Příloha XV .

Blok MC_MoveAbsolute slouží k absolutnímu polohování os. Instrukce MC_MoveAbsolute umožňuje pohybovat osu do absolutní polohy. Dynamické chování během pohybu je definované parametry rychlost (Velocity), trhání (Jerk), zrychlení (Acceleration) a zpomalení (Deceleration). Vztahuje se na polohování os.

Tabulka s parametry MC_MOVEABSOLUTE:

Příloha XVI .

Blok MC_MoveRelative slouží k relativnímu polohování os. Instrukce MC_MoveRelative umožňuje pohybovat osu do relativní polohy vytvořené na začátku procesu. Vztahuje se na polohování osy.

Tabulka s parametry MC_MOVERELATIVE:

Příloha XVII .

Blok MC_MoveVelocity slouží pohybu os specifickou rychlostí. S Instrukcí MC_MoveVelocity umožňuje pohybovat osu konstantní rychlostí. Vztahuje se na polohování a rychlost osy.

Tabulka s parametry MC_MOVEVELOCITY:

Příloha XVIII .

Blok MC_MoveJog pohybuje osami v krokovém režimu. Instrukce MC_MoveJog umožňuje pohybovat osu v krokovém režimu. Vztahuje se na polohování a rychlost osy.

Tabulka s parametry MC_MOVEJOG:

Příloha XIX .

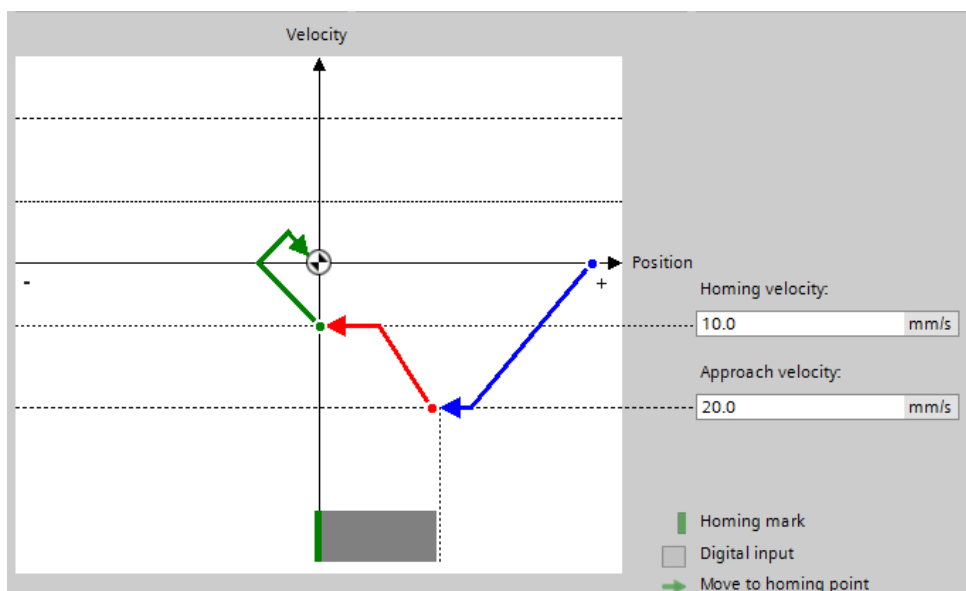
9.5 Homing

Technologické objekty rozlišují dva typy nájezdu (homing) a to aktivní (active) a pasivní (passive). V práci se využilo aktivního homingu, jelikož se jedná o polohování ve dvou osách, je nutné nastavit aktivní homing pro obě osy. V záložce aktivního homingu byla zvolena možnost použít homing značku přes digitální vstup. Jako digitální vstup byl použit snímač zvolený pro detekci referenčního bodu v horizontální rovině umístěný na pravou stranu konstrukce zařízení a byl mu přiřazen tag (Homing_horizontal na adrese I 1.3 modulu digitálních vstupů). Nájezd do referenčního bodu probíhá nejdříve v horizontálním směru a po té ve směru vertikálním, kde pokud nájezd neodpovídá představám, je možné změnit směr postupu dosažení referenčního bodu přenastavením parametrů mezi pozitivními a negativními hodnotami směru postupu, naváděcího směru a naváděcí značky. Také je umožněno měnit parametry rychlosti nájezdu do homing zóny, po té rychlosti do dosažení referenčního bodu a v případě, že uživatel po dosažení referenčního bodu chce pohon ještě posunout, může nastavit offset. Nastavení nájezdové rychlosti v práci činila 10mm/s a rychlost přístupu do referenčního bodu na 20 mm/s bez nastavení offsetu. Tytéž parametry byly nastavena pro druhou osu s rozdílem ve směrech dosažení referenčního bodu a snímač byl nastaven na adresu I 1.4 s tagem Homing_vertikal.

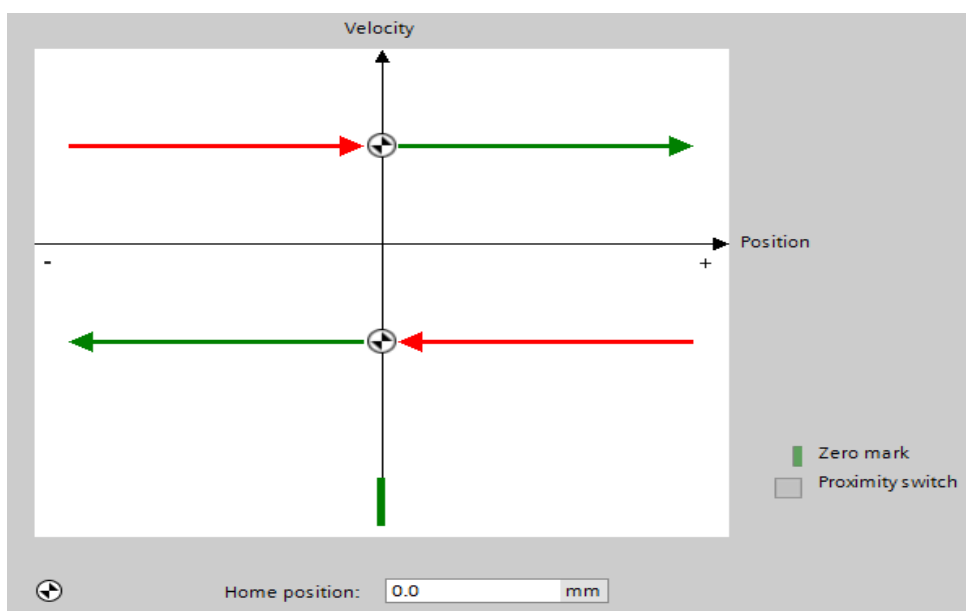
V případě nastavení referenčního bodu na zařízení byl problém a to takový, že pro dvě osy byl pouze jeden řemen, na rozdíl od běžné praxe, kde každá osa má vyhrazen řemen vlastní. Nájezd do referenčního bodu byl nakonec vyřešen metodou jednoho servomotoru vypnutého tzv. volného a druhý servomotor byl zapnut, neboli pevný, tím bylo možné dosáhnout referenčního bodu v horizontální rovině, kde následně došlo k přitvrzení druhého servomotoru a vyhledání druhého referenčního bodu ve vertikální rovině tím, že první referenční bod už byl nastaven. Pokud by se přitvrdily oba náraz, bylo by možné najít referenční bod ve vertikální rovině, ale po té už by nebyla možnost přesunu do referenčního bodu v horizontální rovině, proto byla zvolena varianta s jedním volným a druhým přitvrzeným a po nalezení jednoho referenčního bodu vytvrzením druhého a vyhledání referenčního bodu i pro druhou osu. To má za následek, při nájezdu do referenčního bodu druhé osy pohyb šikmo nahoru a ne pohyb přímo nahoru, tudíž referenční bod se nachází uprostřed konstrukce, což je lehce neobvyklé.

Aktivní homing je realizován stisknutím tlačítka nájezd do referenčního bodu, kde posuv vykoná sled příkazů, které jsou definovány funkčním blokem MC_Home a to tak, že v první fázi přiřadí rychlost, kterou se bude pohon pohybovat do referenční zóny a její směr. Tato rychlost se nastaví v programu, jestliže osa najede na snímač homing, tak náběžnou hranou posuv zpomalí na rychlost hledání referenčního bodu a ten může najít způsobem, například sestupná hrana určuje referenční bod, nebo impuls z enkodéru určuje referenční bod. Jakmile najde osa referenční bod, je možné přes offset tuto osu posunout o určitou vzdálenost doleva nebo doprava.

Jestliže je nastaven referenční bod, je možné realizovat absolutní případně relativní posuv, kde referenční bod představuje hodnotu 0 a absolutní posuv se realizuje vždy, vzhledem k této poloze a po ujetí zvolené vzdálenosti se uloží současně dosažená vzdálenost do proměnné pozice. Ovšem při novém posuvu se posuv realizuje opět od původní pozice referenčního bodu. Oproti tomu relativní posuv se realizuje opět z referenčního bodu s tím rozdílem, že ujetá vzdálenost se nastaví jako hodnota nula a nová vzdálenost se nastavuje od posledního dosaženého bodu. Absolutní posuv pro toto zařízení je krajně nevhodný a to z důvodu, že při pohybu v jedné ose je nutné pohybovat oběma servomotory a tím se rozjíždí absolutní hodnoty jednoho a druhého motoru a bylo by nutné například přičítat či odečítat uraženou vzdálenost na ose, nebo vypnout odměřování jednoho servomotoru. Proto byla zvolena varianta s relativním posuvem. Při absolutním posuvu docházelo k tomu, že při prvním posuvu z referenčního bodu se vzdálenost urazila správně, ovšem při dalším posuvu byla vždy chybná, jelikož při prvním posuvu se urazila vzdálenost v obou osách a po té když byl nastaven nový posuv, jeden servomotor najížděl do nové nastavené vzdálenosti, ale pro druhý servomotor se tato vzdálenost nacházela v bodě dosaženém během prvního posuvu.



Obr. 9.5 Aktivní homing

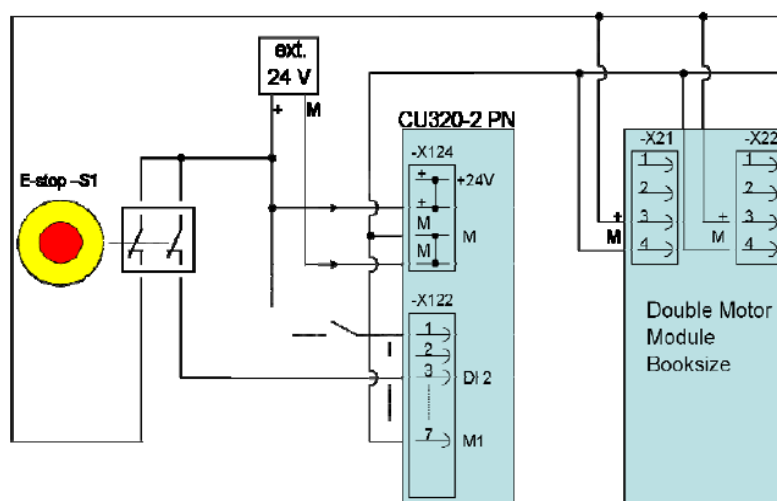


Obr. 9.6 Pasivní homing

9.6 Centrální STOP

Každé průmyslové zařízení by mělo mít připojené tlačítko, které v případě nebezpečí zastaví prováděný proces. K tomuto účelu běžně slouží tlačítka centrální stopu (tlačítko tvaru červený hříbek na

žlutém podkladu). Každý centrál stop je potřeba připojit, kde připojení centrál stopu k BP zobrazuje následující obrázek.

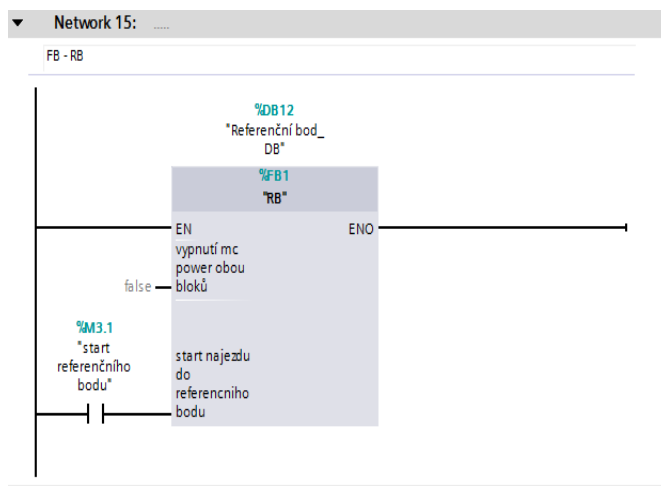


Obr. 9.7 Připojení centrál stop [18]

Starter nabízí různé způsoby, jakým bude centrál stop pracovat, kde řada z nich je ovšem placená. Centrál stop se přiřazuje servomotorům ve Starteru v záložce funkcí (Functions) a následně safety integrated. V BP byla využita základní funkce centrál stopu, neboli odpojit pohony při zmáčknutí. To se realizuje zvolením odpovídající funkce v safety integrated a to Basic functions via onboard terminal. Po zvolení funkce už stačí jen přiřadit vstup signálového kabelu, který jsme přivedli na řídicí jednotku měniče a potvrdit. Pokud je vyžadovaná prodleva s jakou bude centrál stop reagovat, nastaví se hodnota času do Safe stop 1 Delay time. Bezpečnostní funkci je nutné nastavit i pro druhý servomotor, jinak při zamáčknutí tlačítka dojde k odpojení pouze jednoho motoru a druhý bude stále připojený. Centrál stop je potřeba odpovídajícím způsobem zapsat, aby došlo k jeho uložení. To se provádí ve Starteru záložce safety integrated, po nastavení se zvolí kopírovat parametry a aktivovat nastavení. Dojde k vyzvání o změnu hesla, uživatel změní heslo a toto heslo se zapamatuje pro případ budoucích změn. Standardně z továrního nastavení je heslo 0. Nové heslo proto musí být jiné. Po změně hesla je nutné kopírovat RAM do ROM a poté provést restart napájení. Po restartu přejít do online režimu. Nahrát projekt do PG a uložit parametrizaci.

10 Řídicí program a vizualizace

Řídicí program se skládá z organizačních bloků, kde blok main je hlavním blokem programu a bloky MC-Interpolar a MC-Servo se vytvořili při tvorbě TO. Program dále obsahuje několik funkčních bloků, kde každý blok vykonává určitý vlastní podprogram a tyto podprogramy jsou v mainu po té sloučeny. V BP bude popsán funkční blok RB (Referenční Bod). Funkční blok RB je definován přes zmáčknutí start nájezdu do referenčního bodu, během kterého dojde k proběhnutí FB MC_Reset, který provede reset pohonu v případě, že se pohon nachází na havarijním snímači. Pokud ne po časovém intervalu dojde k zapnutí pohonu a ten se začíná pohybovat na referenční snímač v horizontální rovině. Jakmile support detekuje pozici snímače náběžnou hranou, zpomalí rychlost a aktivuje blok MC_POWER vertikální osy. Osa Y zpevní oba supporty, tím umožní ose X najít přesně RB. Po nalezení RB v horizontální rovině je nastavená prodleva pro dokončení a následné vyhledávání RB v rovině vertikální. Po nastavení RB v obou rovinách je poslední blok sloužící k vypnutí buď pomocí centrálního stopu nebo tlačítka z HMI a zároveň k resetu proměnné, která si pamatuje, že bylo zmáčknuto tlačítko pro hledání RB. Vzhledem ke konstrukci, kde dva servomotory jsou připevněny na jeden řemen, dochází k nalezení RB někde v půlce konstrukce a byl vytvořen další funkční blok, který support posune do polohy, kterou běžně dosahují průmyslová zařízení při nalezení RB. Resetování uražené vzdálenosti a nastavení současné polohy jako bodu 0,0. Od této vzdálenosti je možné urazit v horizontální rovině dráhu -170...0 a ve vertikální rovině -70...0. Tyto vzdálenosti byly zvoleny pro konkrétní program.

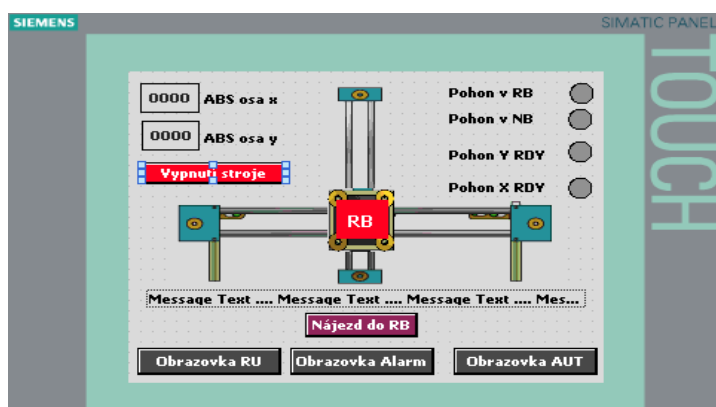


Obr. 10.1 Funkční blok RB

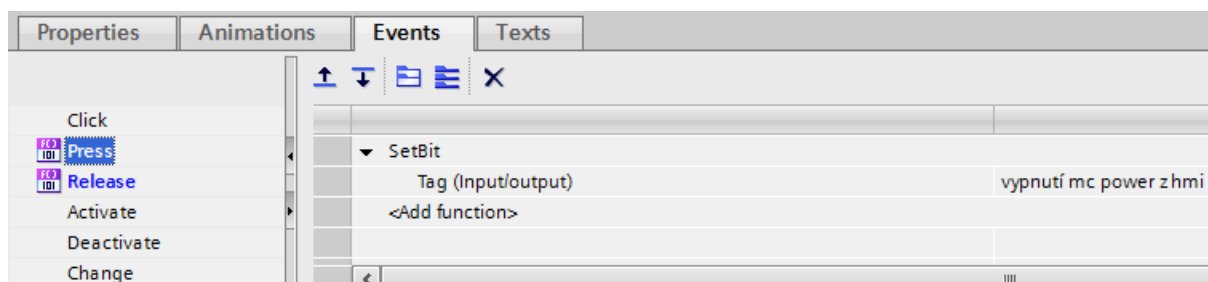
Kompletní program se nachází v příloze na CD/Přílohy/Přílohy_TIA/BP_Servopohon.

Jednotlivé podprogramy a main organizační blok ve formátu pdf. v příloze na CD/Přílohy/Přílohy_PDF/...

V případě vizualizací bude popsáno okno s nájездem do RB, aby to navazovalo na předchozí text. V průmyslu se od vizualizační aplikace obvykle očekává lehké ovládání, kvalitní zpracování pro jednoduchý přehled bez nadbytku přebytečných funkcí, když je nutné resetovat stroj, protože nikdo v případě poruchy netouží znovu procházet uvítací obrazovkou, nebo zadávat heslo. Z tohoto důvodu práce obsahuje pouze okna sloužící k ovládání programu bez přihlašování. V každé vizualizaci funguje jedno okno jako startovací, neboli start screen, které se načte po zapnutí HMI. V BP je to okno Nájезд do RB. V tomto okně je sada tlačítek pro přepínání jednotlivých oken vizualizace. Dále po té tlačítka pro zapnutí nájězdu do RB, vypnutí stroje, textu pro zobrazení případných alarmů, výpis absolutní pozice v jednotlivých osách a souboru LED indikátorů označujících jednotlivé stavy průběhu nájězdu do RB. Jelikož je panel pro vizualizace barevný je možné využít barevných prvků pro odlišení důležitosti jednotlivých prvků okna, kde například tlačítko pro vypnutí stroje je červené, protože vypnutí stroje je jeden ze základních kamenů, kde se očekává výraznější označení. Vlastní vizualizace sama o sobě nefunguje, dokud nedojde k propojení vytvořených prvků spolu s vlastním programem. To se provádí zvolením odpovídající proměnné v záložce PLC tags, tato proměnná se zadává k odpovídajícímu prvku ve vizualizaci (např. PLC tag vypnutí MC_Power z HMI se přiřadí tlačítku vypnutí stroje ve vizualizaci). Každý prvek vizualizace může obsahovat text, jeho formát a spousty dalších parametrů, o kterých téma BP není, tudíž je potřeba se pouze zmínit, že od každého prvku vizualizace uživatel něco očekává a k tomu je možné ve vizualizaci volit, zdali má tlačítko reagovat ihned při zmáčknutí, nebo až po uvolnění a to se provádí při kliknutí na zvolený prvek vizualizace zobrazení jeho vlastností v záložce událostí zvolením odpovídajícího stavu. Po zvolení stavu, který má tlačítko prezentovat, se volí událost, která při jeho použití nastane (např. nasetování bitu) a této události se přiřadí odpovídající tag z PLC tagů.



Obr. 10.2 Vizualizace start screen



Obr. 10.3 Přiřazení události a PLC tagu

BP je vytvořená pomocí využití FB pro Motion Control obsažených v TIA Portalu. Není to ovšem jediný způsob, pomocí kterého lze práce zprovoznit. Existuje taky varianta použití standardních telegramů, které v jimi obsažených slovech mají jednotlivé bity pro zapnutí pohonu a celkové zprovoznění jen pomocí telegramů, kde se využívá přenos hodnot pomocí funkce MOVE a zapínání odpovídajících bitů zjednodušeně řečeno. Tato BP ovšem na tomto principu založená není, ale pro ověření dovedností se využila indikace pomocí LED diod na vizualizaci za pomoci standardního telegramu 3, který je určen pro polohování a jeho slova obsahujícího stavu pohonu, kde po vypsání adresy odpovídajícího slova do watch tabulky a nastavení do binárních hodnot bylo možné detekovat, které bity se mění v případě nájezdu do RB a tyto bity po té přiřadit LED. Watch tabulka byla využita pro ujištění, že se jedná o odpovídající stav pohonu. Jednotlivé slova standardních telegramů lze obvykle najít v manuál listech.

▼ s120	0	0			SINAMICS S120/S150 CU320-2 PN V4.5	6SL3 040-1MA0
► PN-IO	0	0 X150			SINAMICS-S120-CU320-2PN	
▼ DO SERVO_1	0	1			DO SERVO	
Module Access Point	0	1 1			Module Access Point	
	0	1 2				
Standard telegram 3, PZ...	0	1 3	20...37	12...21	Standard telegram 3, PZD-5/9; SERVO	
	0	1 4				

Obr. 10.4 Adresy standardního telegramu v programu

Vizualizace je tvořena také přímo v TIA Portalu a tudíž je obsažena ve stejné příloze na CD/Přílohy/BP_Servopohon.

Projekt ve Starteru se nachází v příloze na CD/Přílohy/Přílohy_Starter.

Video s provozem systému v příloze na CD/Přílohy/Přílohy_Video/Provoz/...

Další videa s průběhy oken vizualizace v příloze na CD/Přílohy/Přílohy_Video/Obrazovka/...

Obrázky zařízení, oken s vizualizací atd... během tvorby BP v příloze na CD/Přílohy/Přílohy_bonus/...

11 Závěr

Systém se servopohonem je nastaven tak, že podle směru jakým se otáčejí servomotory, dochází k pohybu supportu. Jelikož mají tyto servomotory společný řemen, nastala při uvádění do provozu řada nestandardních stavů, od nájezdu do referenčního bodu, kdy support našel referenční bod uprostřed platformy po vytváření tzv. pseudo bloků realizujících posuv. Můj osobní názor je, že běžná praxe jeden řemen a jeden motor je zdaleka lehčí a dva servomotory na jednom řemenu není standardní aplikace. Jelikož všechny usnadňující funkce, jak v TIA Portalu, tak ve Starteru jsou pro řízení 1 motoru.

Tento systém byl původně navržen pro řízení s PLC řady S7-300. Toto PLC spolu s řídicí jednotkou a dvojitým motorovým modulem byly vyměněny, aby úloha mohla být realizována na současně nejvyšší řadě PLC a to S7-1500. Zároveň s touto výměnou došlo i k přepojení tlačítka centrální stop přímo na vstup řídicí jednotky a dvojitého motorového modulu a pro bezpečnost zařízení byly instalovány snímače a dorazy, aby mohl být nalezen referenční bod a v případě poruchy nedošlo k poškození mechanických částí.

Po mechanickém zprovoznění se prvotně parametrizoval měnič a po té byla vytvořena hardwarová konfigurace v řídicím programu. Řídicí aplikace obsahuje více funkčních bloků, kde každý plní určitou funkci. Jedná se o funkční bloky realizující nájezd do referenčního bodu, funkční bloky realizující posuv a další. Vizualizace obsahuje tři okna, kde základní okno umožňuje zapínat a vypínat pohon a realizuje nájezd do referenčního bodu, kde nájezd je realizován ve třech bodech a to nalezení referenčního bodu v horizontální rovině, po té nalezení referenčního bodu ve vertikální rovině a nakonec přesunutí referenčního bodu ze středu platformy doprava, vynulování proměnných a určení pozice 0. Další z obrazovek je příklad automatického pohybu, který sled pohybů vykonávajících obslužnou rutinu v předem dané ose s ukázkou změny rychlosti a tím i dynamiky pohonu. Poslední obrazovka umožňuje manuální zadávání vzdálenosti do příslušné roviny spolu s možností zadávání rychlosti. Byly určeny maximální vzdálenosti pro jednotlivé posuvy, kde při zadání hodnoty mimo rozsah není umožněn posuv a je zobrazen alarm, kde v jeho vysvětlivkách je způsob, aby byl alarm vypnut a realizován posuv.

Úloha je ve funkčním stavu, ale samozřejmě je další prostor pro inovace úlohy, už jen vytvoření řídicí aplikace skrze standardní telegramy. Negativa se mohou projevit při situaci, se kterou se během tvorby nepočítalo.

12 Seznam použité literatury

- [1] Bc. ROZKOŠNÝ, Miroslav. *EXPERIMENTÁLNÍ PRACOVÍŠTĚ ŘÍZENÉHO POHONU S VYSOKOU DYNAMIKOU* [online]. Brno, 2013 [cit. 2014-10-28]. Dostupné z: http://uai.fme.vutbr.cz/szz/2013/DP_Rozkosny.pdf. Diplomová práce. Vysoké Učení Technické v Brně. Vedoucí práce doc. Ing. Zdeněk Němec, Csc.
- [2] Siemens s.r.o [online]. 2014 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?ctxnh=507f00e632&ctxp=home>
- [3] *SINAMICS S120 Control Units and Additional System Components* [online]. 2014 [cit. 2015-02-18]. Dostupné z: <https://support.industry.siemens.com/cs/#mdm/99679173?c=65836592779&lc=en-WW>
- [4] *SIMOTION, SINAMICS S120 & SIMOTICS Equipment for Production Machines Motion Control* [online]. 2013 [cit. 2015-02-18]. Dostupné z: http://stest1.etnetera.cz/ad/current/content/data_files/katalogy/pm21/cat_pm_21_2013_en.pdf
- [5] *SINAMICS S120 Control Units and Supplementary System Components* [online]. 2009 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&objId=26505242&nodeid0=21901735&load=content&lang=en&siteid=cseus&aktprim=0&objaction=csview&extranet=standart&viewreg=WW>
- [6] *Siemens Sinamics S120 Booksize Power Units* [online]. 2014 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&objId=99687925&nodeid0=13305690&load=treecontent&prodLstObjId=15247613&lang=en&siteid=cseus&aktprim=0&objaction=csview&extranet=standard&viewreg=WW>
- [7] *Siemens AG* [online]. 2013 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: http://stest1.etnetera.cz/ad/current/content/data_files/katalogy/pm21/cat_pm_21_2013_en.pdf
- [8] *Sinamics S120 Booksize Power Sections* [online]. 2004 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <http://support.automation.siemens.com/CZ/llisapi.dll/103181644?func=ll&objId=103181644&objAction=csView&mlfbclusterid=61925866&nodeid0=21901735&nav0=tree&lang=cs&siteid=cseus&aktprim=0&extranet=standard&viewreg=CZ&load=content&prodLstObjId=22919375&subtype=130000>
- [9] *SINAMICS S110 / S120 Synchronous motors 1FK7, Generation 2* [online]. 2011 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: https://www.automation.siemens.com/doconweb/pdf/SINUMERIK_SINAMICS_10_2012_E/P_FK7S.pdf?p=1

- [10] *Siemens SIMATIC S7-1500 CPU 1516-3 PN/DP* [online]. 2014 [cit. 2014-12-02]. Dostupné z: <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?query=1516-3+Pn%2FDP&func=cslib.cssearch&content=adsearch%2Fadsearch.aspx&lang=en&siteid=cseus&objaction=cssearch&searchinprim=0&nodeid0=67295862&redir=false>
- [11] Doc. Ing. Jiří KOZIOREK, PH.D., Jíří, Ing. Jiří KOCIÁN, Ing. Libor CHROMČÁK a Ing. Tomáš LÁRYŠ. *Distribúované systémy řízení* [online]. 2011 [cit. 2014-12-02]. Dostupné z: <http://www.person.vsb.cz/archivcd/FEI/DSR/Distribuvane%20systemy.pdf>
- [12] Ifm electronic, spol. s r.o. [online]. 2003 [cit. 2014-12-08]. Dostupné z: <http://www.ifm.com/products/cz/ds/IG5285.htm>
- [13] *SINAMICS S120 Booksize Power Units* [online]. 2014 [cit. 2015-02-18]. Dostupné z: <https://support.industry.siemens.com/cs/#mdm/99687925?c=66691664267&lc=en-US>
- [14] Siemens s.r.o AG [online]. 2009 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: http://stest1.etnetera.cz/ad/current/content/data_files/katalogy/d21_3/cat_d21-3_2009_en.pdf
- [15] Siemens. *Siemens Česká republika* [online]. © 2015 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://stest1.etnetera.cz/ad/current/index.php?vw=0&ctxnh=2bc5272a29&ctxp=home>
- [16] *Human Machine Interface Systems/ PC-based Automation* [online]. 2011 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: http://stest1.etnetera.cz/ad/current/content/data_files/katalogy/st80/cat_st-80-st-pc_2011_en.pdf
- [17] *How Can You Integrate a Drive into the TIA Portal via the Device Master File (GSD)* [online]. 5.2013 [cit. 2015-03-18]. Dostupné z: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/73257075?lc=en-WW>
- [18] *SINAMICS S120 Control of the Safety Integrated Basic Functions via onboard terminals* [online]. 2012 [cit. 2015-04-21].

13 Seznam příloh

13.1 Tištěné přílohy

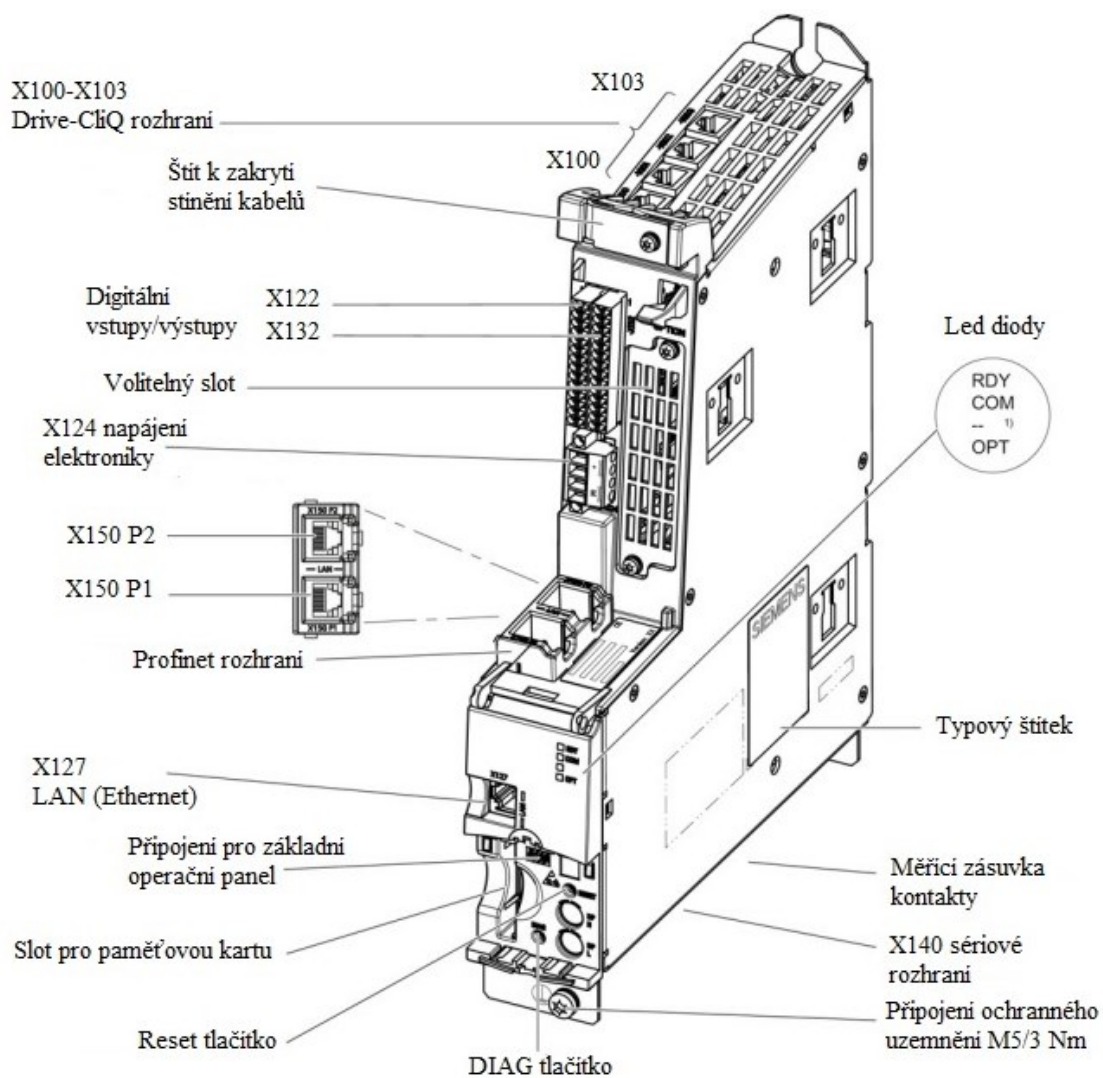
Příloha I CU320-2 PN popis	I
Příloha II Schéma zapojení	II
Příloha III Technické parametry	III
Příloha IV SLM popis	IV
Příloha V Schéma zapojení	V
Příloha VI Technické parametry	VI
Příloha VII Dvojitý motorový modul popis.....	VIII
Příloha VIII Schéma zapojení	IX
Příloha IX Technické parametry	X
Příloha X Technické parametry synchronních servomotorů 1FK7022	XI
Příloha XI Tlumivka technické parametry	XIII
Příloha XII Induktivní snímač technické parametry	XIV
Příloha XIII Parametry MC_RESET	XVI
Příloha XIV Parametry MC_HOME	XVII
Příloha XV Parametry MC_HALT	XIX
Příloha XVI Parametry MC_MOVEABSOLUTE.....	XX
Příloha XVII Parametry MC_MOVERELATIVE.....	XXII
Příloha XVIII Parametry MC_MOVEVELOCITY	XXIII
Příloha XIX Parametry MC_MOVEJOG	XXV

13.2 Elektronické přílohy

	Název	Text
Složka	Přílohy/Přílohy_TIA/BP_Servopohon	Řídicí program
Složka	Přílohy/Přílohy_Starter/10_3_Upd	Parametrizace pohonu atd...
Složka	Přílohy/Přílohy_PDF/	Bloky programu vytisknuté do PDF
Složka	Přílohy/Přílohy_Video/Obrázovka	Video s příklady pohybů na obrazovce
Složka	Přílohy/Přílohy_Video/Provoz	Video s příkladem pohybu systému

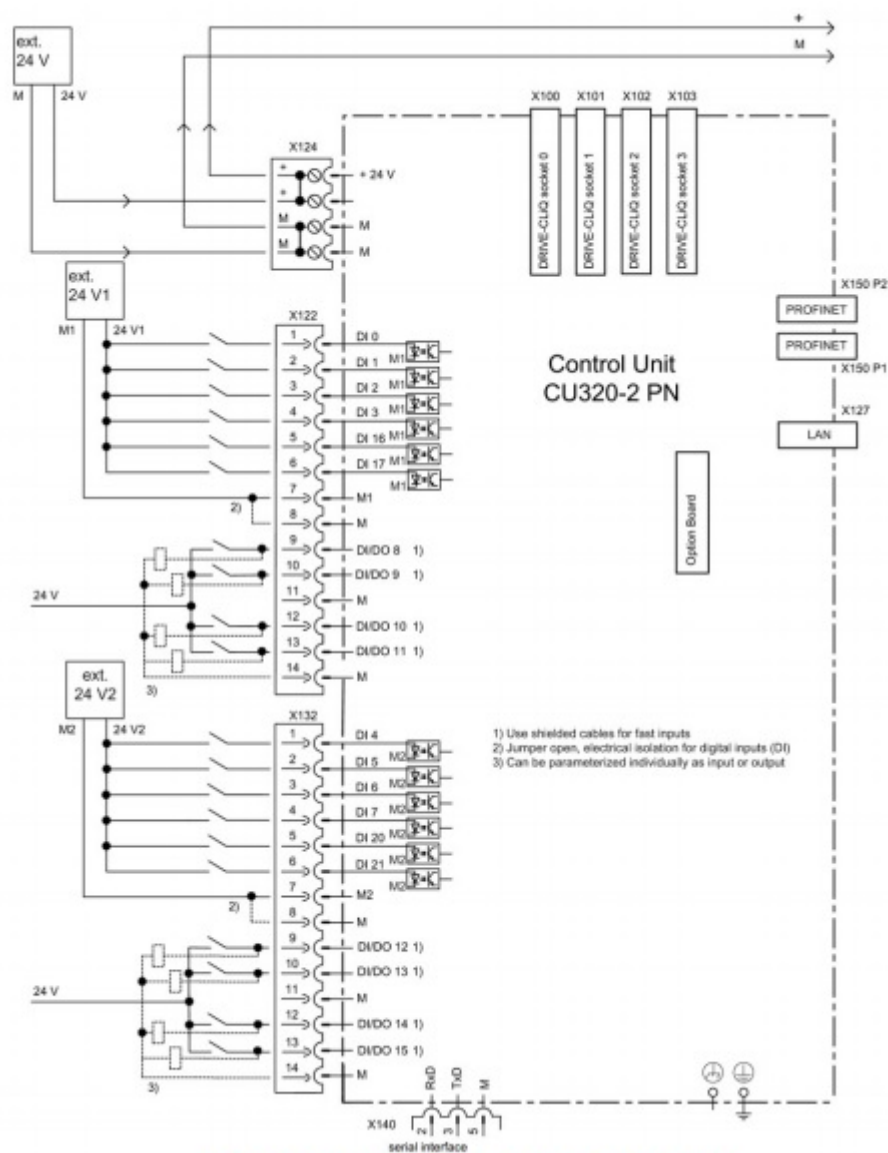
Složka	Přílohy/Přílohy_bonus/	
Soubor	20150411_113824	Současný měnič v provozu
	20150411_113726	Obrazovka s pokyny k odstranění chyby
	20150411_113700	Obrazovka s aktivním alarmem
	20150411_113632	Obrazovka automatický pohyb
	20150411_113614	Obrazovka referenční bod
	20150411_113604	Obrazovka ruční pohyb
	20150327_114650	PLC s připojenými snímači v provozu
	20150312_103140	Konektor pro připojení snímačů k PLC
	20150220_132746	Snímače homing a limit
	20150220_132533	Systém po výměně zadní pohled
	201502217_143334	Způsob uchycení snímačů
	20150217_143126	Snímače boční pohled
	20150217_143031	Přidělané snímače čelní pohled
	20150217_142602	Nový měnič
	20150107_090634	DRIVE-CLiQ
	20150107_090614	Původní systém v režimu testování
	20150105_115117	Současné PLC pro systém
	20141029_085001	Měnič před výměnou
	20141021_133711	PLC řídicí systém dříve
	20141021_133705	Systém zezadu před výměnou modulů
	20141021_133404	Konstrukce ještě bez přidaných snímačů
	20141021_133223	Místo kde se systém současně nachází
	20141015_095242	Support
	20140815_094333	Panel pro vizualizaci
	20140815_093659	Systém v původním stavu

Příloha I CU320-2 PN popis



Obr. I.1 CU320-2 PN popis

Příloha II Schéma zapojení



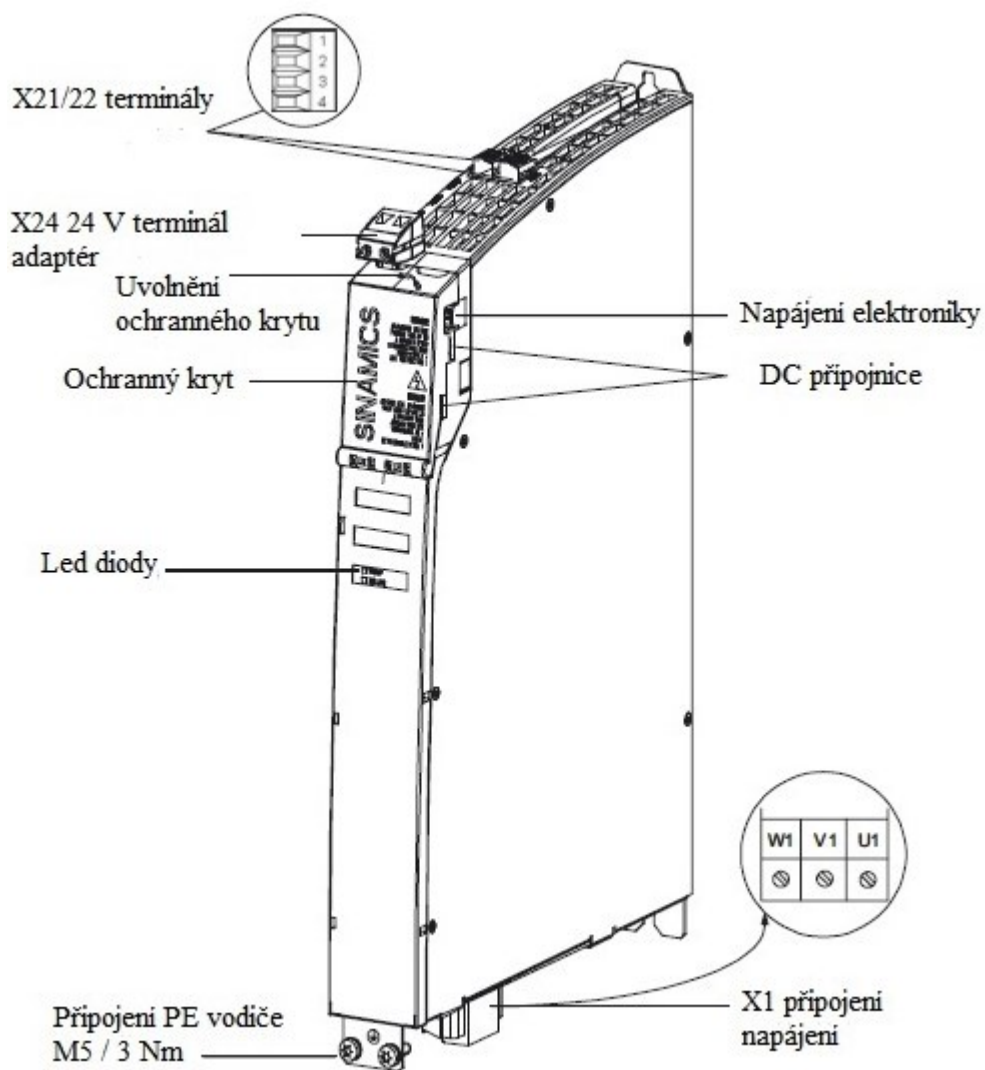
Obr. II.1 CU320-2 PN schéma zapojení

Příloha III Technické parametry

Tab. III.1 Technické parametry CU320-2 PN

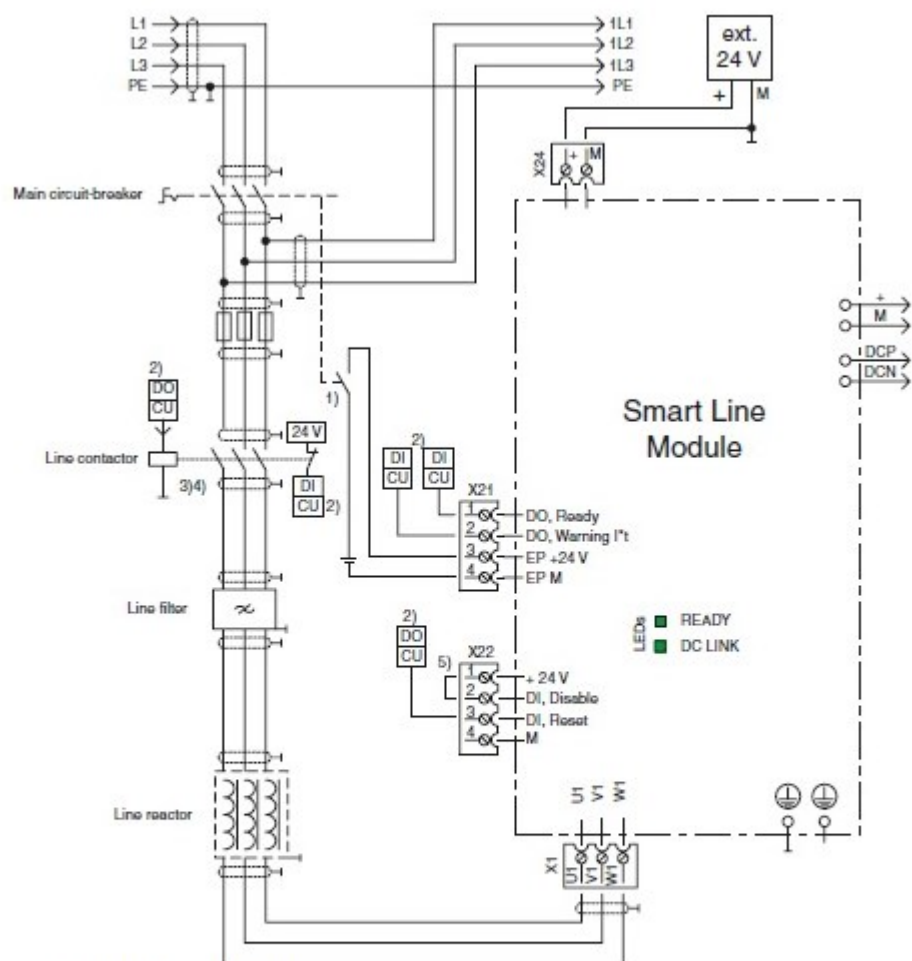
CU320-2 PN Řídicí jednotka	
Maximální zátěž	1.0 A
Maximální průřez vodičů	2.5 mm ²
Maximální jištění	20 A
Digitální vstupy	
	V souladu s IEC 61131-2 typ 1 12
	12 vstupů
	8 obousměrných vstupů/výstupů
Napětí	-3...+30 V
Nízká úroveň	-3...+5 V
Vysoká úroveň	15...30 V
Proudový odběr při 24V DC	9 mA
Zpoždění digitálních vstupů	
L -> H	5 μs
H -> L	50 μs
Maximální průřez vodičů	1.5 mm ²
Digitální výstupy	
	8 obousměrných vstupů/výstupů
Napětí	24 V DC
Maximální proudové zatížení	500 mA
Zpoždění digitálních výstupů	
L -> H	150/400 μs
H -> L	75/100 μs
Maximální průřez vodičů	1.5 mm ²
Ztrátový výkon	24 W
Připojení PE	M5/3 Nm šroub
Připojení země	M5/3 Nm šroub
Dimenze	
Šířka	50 mm
Výška	300 mm
Hloubka	226 mm
Váha	2.3 kg
Schválení	cULus (Soubor č.: E164110)

Příloha IV SLM popis



Obr. IV.1 SLM 5 kW popis

Příloha V Schéma zapojení



1. Vůdčí kontakt $t > 10\text{ms}$
2. DI/DO řízeny řídicí jednotkou
3. Žádné další povolené hmotnosti po obvodu síťového stykače.
4. Musí být dodržena Současná kapacita DO
5. Propojka deaktivuje zpětnou vazbu.

Obr. V.1 Schéma zapojení

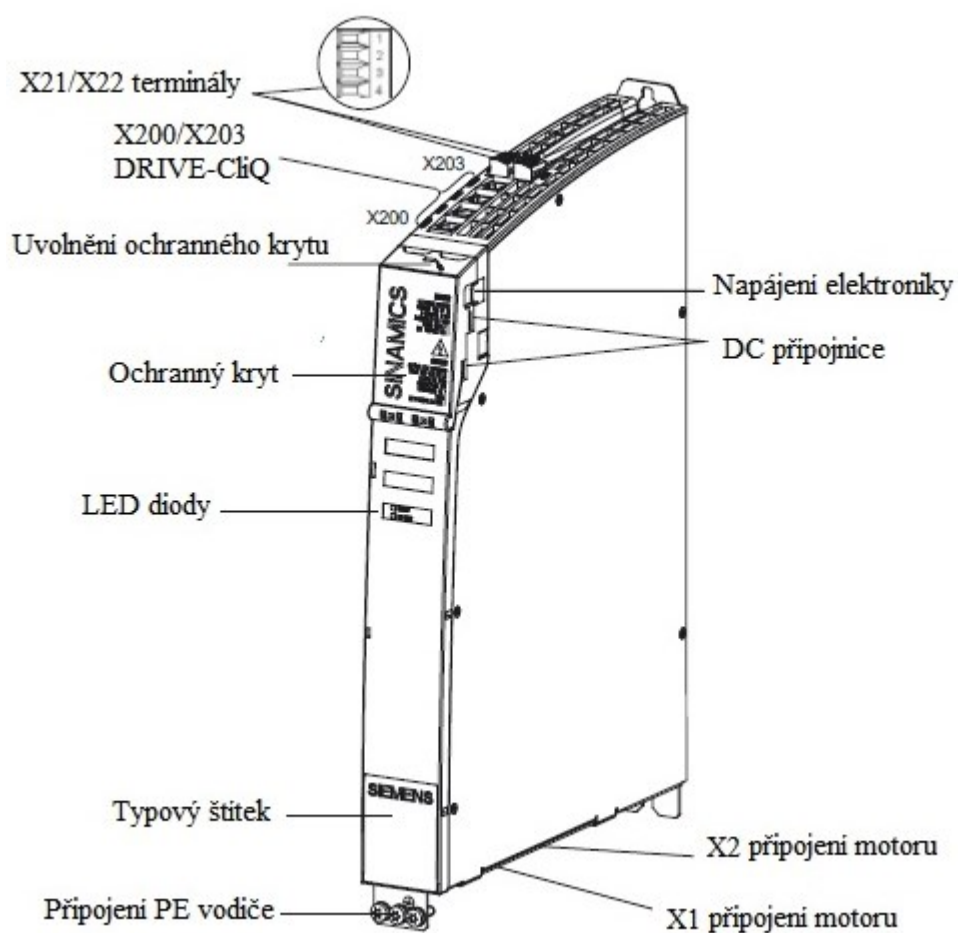
Příloha VI Technické parametry

Tab. VI.1 Technické parametry

Smart Line Modul 6SL3130-6AE15-0AA0		
Jmenovitý výkon	kW	5
Napájení		
Jmenovitý výkon	kW (P _n)	5
S6 provoz (40%)	kW (P _{s6})	6.5
Špičkový napájecí výkon	kW (P _{max})	10
Rekuperační zpětná vazba		
Trvalý rekuperační	kW	5
Špičkový rekuperační	kW	10
Napájecí napětí		
Síťové napětí	V AC	3 AC 380 -10 % (-15 % < 1 min) do 3 AC 480 +10 %
Síťová frekvence	Hz	47 do 63
Napájení elektroniky	V DC	24 (20.4 - 28.8)
Napětí meziobvodu	V DC	510-720
přepětí	V DC	820 ± 2 %
Podpětí	V DC	360 ± 2 %
Vstupní proudy		
Jmenovitý vstupní proud		
Na 400 V AC	A AC	8.1
Na 380 V AC / 480 V AC	A AC	8.6/6.7
S6 (40%) při 400 V AC	A AC	10.6
Špičkový proud při 400 V AC	A AC	15.7
Stejnoseměrné proudy		
Stejnoseměrný výstupní proud		
Při 600 V	A DC	8.3
Při 540 V	A DC	9.3
S6 (40%) při 600 V DC	A DC	11
Špičkový proud při 600 V DC	A DC	16.6
Proudová zatížitelnost		
Stejnoseměrná přípojnice	A DC	100
Zesílení DC přípojnice	A DC	150
24 V přípojnice	A DC	20
Odběr proudu elektronikou při 24 V DC	A DC	0.8
Celkový ztrátový výkon	W	79.2
Maximální teplota okolí		
Bez snížení výkonu	°C	40
se snížením výkonu	°C	55
Stejnoseměrný kapacitní odpor		
SLM	μF	220
Nabíjecí omezení	μF	6000

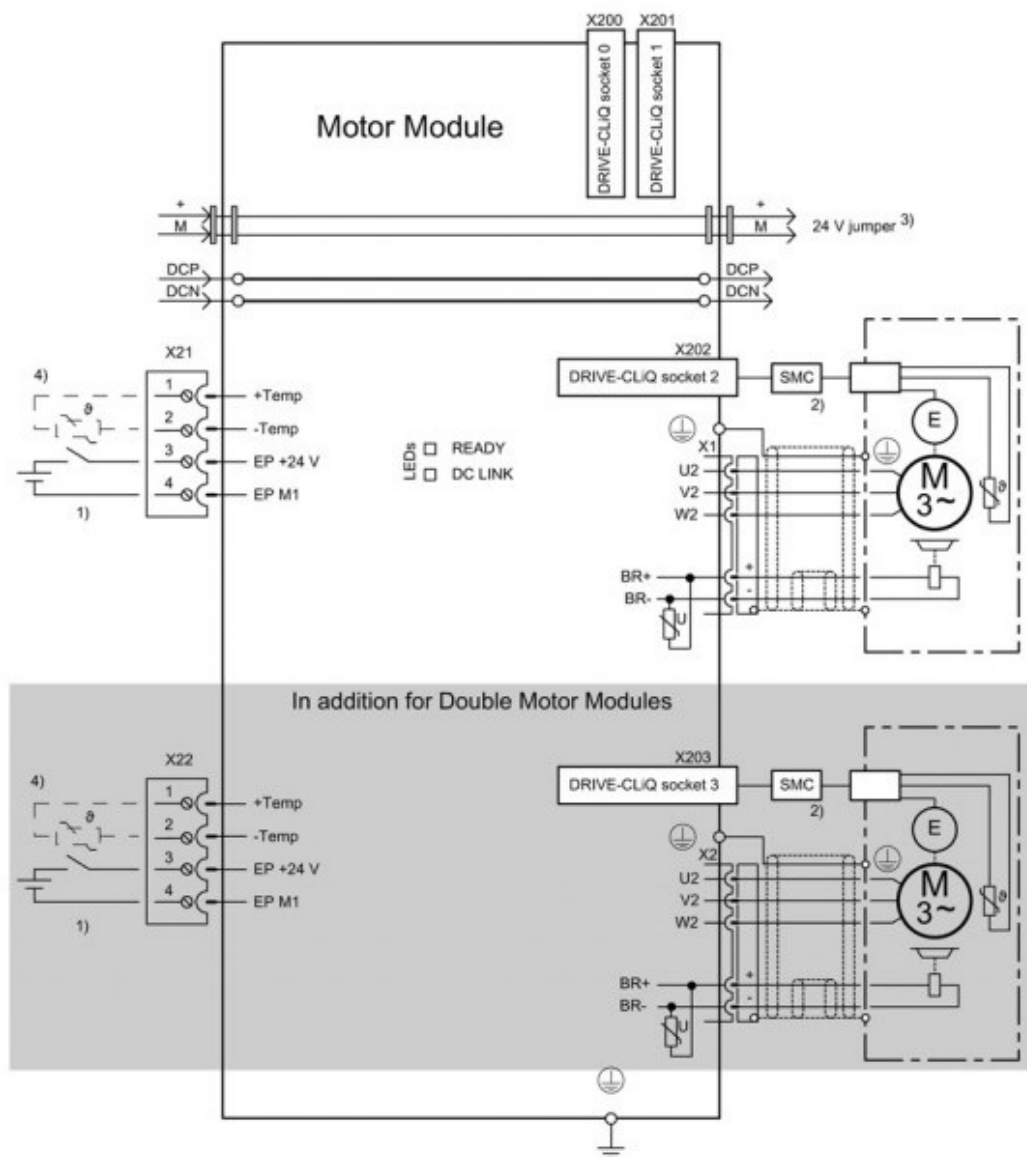
Účíník	$\cos \phi$	0.98
Jistič (UL) Typové označení 3VL1102-2KM30		
Jmenovitý proud:	A	20
Výsledný jmenovitý zkrat. proud SCCR při 480 V AC:	kA	65
Bezpečnostní pojistka (UL)		
Typ AJT Class J		AJT17-1/2
Jmenovitý proud:	A	17.5
Výsledný jmenovitý zkratový proud SCCR při 480 V AC:	kA	65
Metoda chlazení (vnitřní vzduchové chlazení)		
Hladina akustického tlaku	dB (A)	<60
Chladicí vzduchový požadavek	m ³ /h	29.6
Jmenovité napětí na jmenovité údaje 3 AC 380 V		
hmotnost	kg	4.7

Příloha VII Dvojité motorový modul popis



Obr. VII.1 Dvojité motorový modul popis

Příloha VIII Schéma zapojení



Obr. VIII.1 Schéma zapojení

Příloha IX Technické parametry

Tab. IX.1 Technické parametry

Double motor module vnitřní vzduchové chlazení		
Jmenovitý proud	A	2x3
Napětí		
Napájecí napětí:		
DC napětí	V DC	510-750
Napájení elektroniky	V DC	24 (20.4 - 28.8)
Výstupní napětí	VA Cms	0...0.717 x napětí meziobvodu
Přepětí	V DC	820 ± 2%
Podpětí	V DC	380 ± 2%
Spotřeba proudu elektronikou při 24V	A DC	Viz nákres skříně
Jmenovitý výstupní proud In	A	2 x 3
Základní zatěžovací proud Ibase	A	2 x 2.6
Přerušovací proud Is6 40%	AA Cms	2 x 3.5
Špičkový proud	AA Cms	2 x 9
DC proudová zatížitelnost	A	100
24 V proudová zatížitelnost	A	20
Jmenovitý výkon	kW	2 x 1.6
Max. pulsní frekvence bez snížení výkonu	kHz	4
Max. pulsní frekvence se snížením výkonu	kHz	16
Max. okolní teplota bez snížení výkonu	°C	40
Max. okolní teplota se snížením výkonu	°C	55
DC kapacitní odpor	μF	220
Úroveň akustického tlaku	dBA	<60
Typ chlazení		vnitřní chlazení
Požadavek chlazeného vzduchu	m³/h	29.6
Maximální přípustná teplota chladiče	°C	84
Hmotnost	kg	5.3

Příloha X Technické parametry synchronních servomotorů 1FK7022

Tab. X.1 Technické parametry

1FK7022 kompaktní			
Konfigurační údaje			
Jmenovitá rychlost	nN	rpm	6000
Jmenovité otáčky (100 K)	MN(100K)	Nm	0.60
Jmenovitý proud (100 K)	IN (100 K)	A	1.4
Statický točivý moment (100 K)	M0(100 K)	Nm	0.85
Statický proud (100 K)	I0 (100 K)	A	1.8
Statický točivý moment (60 K)	M0 (60 K)	Nm	0.70
Statický proud (60 K)	I0 (60 K))	A	1.5
Optimální provozní bod			
Optimální rychlost	nopt	rpm	6000
Optimální výkon	Popt	kW	0.38
Datový limit			
Max. povolená rychlost	nmax mech	rpm	10000
Max. točivý moment	Mmax	Nm	3.4
Max. proud	Imax	A	8.0
Motorové údaje			
Počet pólů	2p		6
Konstanta točivého momentu (100 K)	kT	Nm/A	0.46
Konstanta napětíová (při 20°C)	kE	V/1000 rpm	29.0
Odpor vinutí (při 20 °C)	Rph	Ω	4.2
Indukční rotační pole	LD	mH	9.1
Elektrická časová konstanta	Tel	ms	2.2
Mechanická časová konstanta	Tmech	ms	1.7
Tepelná časová konstanta	Tth	min	18
Moment setrvačnosti	JMot	kgm ²	0.028.10- 3
Torzní tuhost hřídele	ct	Nm/rad	3000
Hmotnost bez brzdy	mMot	kg	1.8
Údaje motoru s integrovanou brzdou			
Moment setrvačnosti s brzdou	JMot Br	kgm ²	0.035.10- 3
Torzní tuhost hřídele s brzdou	ct Br	Nm/rad	3000
Hmotnost s brzdou	mMot Br	kg	2.0
Doporučený motorový modul 6SL312x-xTE13-0AAx			
Jmenovitý proud měniče	IN Inv	A	3

Max. převodníkový proud	I _{max Inv}	A	6
Max. točivý moment při I _{max Inv}	M _{max Inv}	Nm	2.65
Max. povolená rychlost (převodník)	n _{max Inv}	rpm	10000

Příloha XI Tlumivka technické parametry

Tab. XI.1 Technické parametry

Tlumivka		
Výstup	kW	5
Jmenovitý proud	Arms	14
Fáze indukance	mH	2.3
Ztrátový výkon	W	62
Hmotnost	kg	3.7

Příloha XII Induktivní snímač technické parametry

Tab. XII.1 Technické parametry

Induktivní snímač IG5285 IGB3008-BPKG	
Vlastnosti výrobku	
Kovový závit M18 x 1	
Kabelové provedení	
Spínací vzdálenost 8 mm; [nb] nevazební vestavba	
Elektrická data	
Elektrické provedení	DC PNP
Provozní napětí [V]	18...36 DC
Proudový odběr [mA]	15;(24 V)
Třída krytí	II
Odolné proti přepólování	ano
Výstupy	
Výstupní funkce	Spínač
Úbytek napětí [V]	< 2,5
Proudová zatížitelnost [mA]	150 (...50 °C) / 125 (...80 °C)
Ochrana proti zkratu	Taktovaný
Odolné proti přetížení	ano
Spínací frekvence [Hz]	200
Zjišťovací oblast	
Spínací vzdálenost [mm]	8
Reálná spínací vzdálenost (Sr) [mm]	8 +- 10 %
Pracovní vzdálenost [mm]	0...6,5
Přesnost / odchylky	
Korekční faktory	ocel (St37) = 1 / V2A ca. 0,7 / Ms ca. 0,4 / Al ca. 0,3 / Cu ca. 0,2
Hystereze [% z Sr]	1...15
Odchylka spínacího bodu [% z Sr]	-10...10
Okolní podmínky	
Okolní teplota [°C]	-25...80
Krytí	IP 67
Schválení / zkoušky	
El. mag. kompatibilita	Třída B
MTTF [let]	2283
Mechanická data	
Způsob vestavby	nevazební vestavba
Materiál pouzdra	Mosaz potaženo bílým bronzem; aktivní plocha; PC (polykarbonát)
Hmotnost [kg]	0,137
Zobrazení / ovládací prvky	
Signalizace spínacího stavu LED	žlutá
Elektrické připojení	
Připojení	PVC-Kabel / 2 m; 3 x 0,5 mm ²

Příslušenství	
Příslušenství (dodávané)	2 upevňovací matice
Upozornění	
Obsah balení [kus]	1

Příloha XIII Parametry MC_RESET

Tab. XIII.1 Parametry MC_RESET

Parametry	Datový typ	Popis
Axis	TO_Axis	Technologický objekt
Execute	BOOL	Start funkce s pozitivní hranou
Restart	BOOL	TRUE – Restart FALSE – Uznání ve frontě technologických alarmů
Done	BOOL	TRUE – Error byl uznán, restart bude vykonán
Busy	BOOL	Úloha je provedena
Command Aborted	BOOL	Během provádění byla funkce přerušena jinou funkcí
Error	BOOL	Detekce chyb
ErrorID	WORD	Výpis chyb

Příloha XIV Parametry MC_HOME

Tab. XIV.1 Parametry MC_HOME

Parametry	Datový typ	Popis
Axis	TO_Axis	Technologický objekt
Execute	BOOL	Start funkce s pozitivní hranou
Position	LREAL	Specifická hodnota je použita podle vybraného módu
Mode	INT	<p>Operační mód – 0 Současná pozice technologického objektu je nastavena jako hodnota parametru pozice</p> <p>1 - Současná pozice technologického objektu je posunuta o hodnotu parametru pozice</p> <p>2 – Když je homing značka detekována, aktuální pozice je nastavena jako hodnota parametru pozice</p> <p>3 – Když je homing značka detekována, aktuální hodnota je nastavena do startovní pozice pasivního homingu</p> <p>4 – TO polohovacích os provádějí naváděcí pohyb podle konfigurace, po dokončení je osa přemístěna do hodnoty polohovacího parametru</p> <p>5- TO polohovacích os provádějí naváděcí pohyb podle konfigurace, po dokončení je osa přemístěna do startovní pozice aktivního homingu</p> <p>6 – Současná pozice je přemístěna o hodnotu parametru pozice</p> <p>7 - Současná pozice je přemístěna na hodnotu parametru pozice</p> <p>8 – Funkce jako mód 2 s rozdílem že startovní status není resetován, když je funkce povolena</p> <p>9 – běžící úloha pro pasivní homing je přerušena</p>
Done		Úloha je dokončena

Busy		Úloha je provedena
Command Aborted		Během provádění byla funkce přerušena jinou funkcí
Error		Detekce chyb
ErrorID		Výpis chyb

Příloha XV Parametry MC_HALT

Tab. XV.1 Parametry MC_HALT

Parametry	Datový typ	Popis
Axis	TO_SpeedAxis	Technologický objekt
Execute	BOOL	Start funkce s pozitivní hranou
Deceleration	LREAL	Hodnota > 0 Specifická hodnota je použita = 0 Není povolena < 0 Zpomalení konfigurované v dynamických standardech je použito
Jerk	LREAL	Hodnota > 0 Specifická hodnota trhání je nastavena = 0 lichoběžníkový profil rychlosti < 0 Trhání konfigurované v dynamických standardech je použito
Done	BOOL	Dosažená nulová rychlost
Busy	BOOL	Úloha je provedena
Command Aborted	BOOL	Během provádění byla funkce přerušena jinou funkcí
Error	BOOL	Detekce chyb
ErrorID	WORD	Výpis chyb

Příloha XVI Parametry MC_MOVEABSOLUTE

Tab. XVI.1 Parametry MC_MOVEABSOLUTE

Parametry	Datový typ	Popis
Axis	TO_PositioningAxis	Technologický objekt
Execute	BOOL	Start funkce s pozitivní hranou
Position	REAL	Absolutní cílová pozice
Velocity	LREAL	Hodnota > 0 Specifická hodnota je použita = 0 Není povolena < 0 Rychlost konfigurovaná v dynamických standardech je použita
Acceleration	LREAL	Hodnota > 0 Specifická hodnota je použita = 0 Není povolena < 0 Zrychlení konfigurované v dynamických standardech je použito
Deceleration	LREAL	Hodnota > 0 Specifická hodnota je použita = 0 Není povolena < 0 Zpomalení konfigurované v dynamických standardech je použito
Jerk	LREAL	Hodnota > 0 Specifická hodnota trhání je nastavena = 0 lichoběžníkový profil rychlosti < 0 Trhání konfigurované v dynamických standardech je použito
Direction	INT	Směr otáčení osy se hodnotí pouze s "modulem" povoleným 1 – Pozitivní směr otáčení 2 – Negativní směr otáčení 3 – Nejkratší cesta
Done	BOOL	Dosažena pozice

Busy	BOOL	Úloha je provedena
Command Aborted	BOOL	Během provádění byla funkce přerušena jinou funkcí
Error	BOOL	Detekce chyb
ErrorID	WORD	Výpis chyb

Příloha XVII Parametry MC_MOVERELATIVE

Tab. XVII.1 Parametry MC_MOVERELATIVE

Parametry	Datový typ	Popis
Axis	TO_PositioningAxis	Technologický objekt
Execute	BOOL	Start funkce s pozitivní hranou
Distance	LREAL	Vzdálenost pro proces polohování
Velocity	LREAL	Hodnota > 0 Specifická hodnota je použita = 0 Není povolena < 0 Rychlost konfigurovaná v dynamických standardech je použita
Acceleration	LREAL	Hodnota > 0 Specifická hodnota je použita = 0 Není povolena < 0 Zrychlení konfigurované v dynamických standardech je použito
Deceleration	LREAL	Hodnota > 0 Specifická hodnota je použita = 0 Není povolena < 0 Zpomalení konfigurované v dynamických standardech je použito
Jerk	LREAL	Hodnota > 0 Specifická hodnota trháání je nastavena = 0 lichoběžníkový profil rychlosti < 0 Trháání konfigurované v dynamických standardech je použito
Done	BOOL	Dosažena pozice
Busy	BOOL	Úloha je provedena
Command Aborted	BOOL	Během provádění byla funkce přerušena jinou funkcí
Error	BOOL	Detekce chyb
ErrorID	WORD	Výpis chyb

Příloha XVIII Parametry MC_MOVEVELOCITY

Tab. XVIII.1 Parametry MC_MOVEVELOCITY

Parametry	Datový typ	Popis
Axis	TO_PositioningAxis	Technologický objekt
Execute	BOOL	Start funkce s pozitivní hranou
Velocity	LREAL	požadované otáčky / hodnota otáček pro proces pohybu
Acceleration	LREAL	Hodnota > 0 Specifická hodnota je použita = 0 Není povolena < 0 Zrychlení konfigurované v dynamických standardech je použito
Deceleration	LREAL	Hodnota > 0 Specifická hodnota je použita = 0 Není povolena < 0 Zpomalení konfigurované v dynamických standardech je použito
Jerk	LREAL	Hodnota > 0 Specifická hodnota trháni je nastavena = 0 lichoběžníkový profil rychlosti < 0 Trháni konfigurované v dynamických standardech je použito
Direction	INT	Směr otáčení osy se hodnotí pouze s "modulem" povoleným

		<p>0 - Znaménko rychlosti stanovené v parametru rychlosti určuje směr otáčení</p> <p>1 – Pozitivní směr otáčení</p> <p>2 – Negativní směr otáčení</p>
Current	BOOL	FALSE – hodnoty parametrů rychlost a směr jsou brány v úvahu
InVelocity	BOOL	rychlost požadovaná hodnota / požadované hodnoty bylo dosaženo, a bude zachována
Busy	BOOL	Úloha je provedena
Command Aborted	BOOL	Během provádění byla funkce přerušena jinou funkcí
Error	BOOL	Detekce chyb
ErrorID	WORD	Výpis chyb

Příloha XIX Parametry MC_MOVEJOG

Tab. XIX.1 Parametry MC_MOVEJOG

Parametry	Datový typ	Popis
Axis	TO_PositioningAxis	Technologický objekt
JogForward	BOOL	pokud je parametr je TRUE, osa se pohybuje v kladném směru na rychlosti uvedenou v parametru rychlosti
JogBackward	BOOL	pokud je parametr je TRUE, osa se pohybuje v záporném směru na rychlosti uvedenou v parametru rychlosti
Velocity	LREAL	Hodnota > 0 Specifická hodnota je použita = 0 Není povolena < 0 Rychlost konfigurovaná v dynamických standardech je použita
Acceleration	LREAL	Hodnota > 0 Specifická hodnota je použita = 0 Není povolena < 0 Zrychlení konfigurované v dynamických standardech je použito
Deceleration	LREAL	Hodnota > 0 Specifická hodnota je použita = 0 Není povolena < 0 Zpomalení

		konfigurované v dynamických standardech je použito
Jerk	LREAL	Hodnota > 0 Specifická hodnota trháni je nastavena = 0 lichoběžníkový profil rychlosti < 0 Trháni konfigurované v dynamických standardech je použito
InVelocity	BOOL	rychlost požadovaná hodnota / požadované hodnoty bylo dosaženo, a bude zachována
Busy	BOOL	Úloha je provedena
Command Aborted	BOOL	Během provádění byla funkce přerušena jinou funkcí
Error	BOOL	Detekce chyb
ErrorID	WORD	Výpis chyb